

Hernâni António Neves **Identificação e Detecção da Fragilidade em Troços**
Fernandes **de Ribeiras do Porto**

Hernâni António Neves Fernandes **Identificação e Detecção da Fragilidade em Troços de Ribeiras do Porto**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Minerais e Rochas Industriais, realizada sob a orientação científica do Prof. Doutor. José Claudino de Pinho Cardoso, Professor Associado do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro e co-orientação do Prof. Doutor. Fernando Joaquim Fernandes Tavares Rocha, Professor Catedrático da Universidade de Aveiro.

Dedico, este trabalho a cinco pessoas muito importantes para mim que são os meus pais e os meus sogros, que se não fosse pela persistência incentivo e apoio eu não teria iniciado esta caminhada. Não posso deixar de destacar a minha companheira de trabalho e esposa, Engenheira Nívea Vieira, que esteve sempre a meu lado em todos os momentos e foi de grande importância para a realização deste trabalho.

o júri

presidente

Prof. Dr. Eduardo Anselmo Ferreira da Silva
Professor Catedrático da Universidade de Aveiro

orientador

Prof. Dr. José Claudino de Pinho Cardoso
Professor Associado da Universidade de Aveiro

co-orientador

Prof. Dr. Fernando Joaquim Fernandes Tavares Rocha
Professor Catedrático da Universidade de Aveiro

vogal

Prof^a. Dr.^a Maria Matilde Mourão de Oliveira Carvalho Horta Costa e Silva
Professora Auxiliar do Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa

agradecimentos

No decorrer destes dois últimos anos, nos quais frequentei o curso de pós graduação em Minerais e Rochas Industriais na Universidade de Aveiro e com o apoio de um estágio profissional efectuado nos Serviços Municipalizados de Águas e Saneamento (SMAS), que entretanto passou a ser Empresa Águas do Porto, E.M., realizei este trabalho com o tema: Identificação e Detecção de Fragilidades em Troços de Ribeiras da Zona do Porto. Este projecto foi muito enriquecedor, tanto a nível pessoal, como a nível do conhecimento adquirido. Gostaria de manifestar os meus sinceros agradecimentos a todos aqueles que me incentivaram e apoiaram na realização deste trabalho. Gostaria também de agradecer ao Prof. Doutor José Claudino Cardoso do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro, orientador científico deste projecto ao qual manifesto o reconhecimento, por todo o apoio prestado na realização do trabalho de campo e de gabinete, sempre com uma palavra amiga e um sorriso nos lábios nos momentos mais difíceis. Sem a sua ajuda inequívoca este trabalho não teria sido possível, obrigado por tudo.

Ao Prof. Doutor Fernando Tavares Rocha do Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro co-orientador deste projecto, agradeço por todo o apoio e ajuda prestados durante estes dois anos de trabalho.

Ao Engenheiro Carlos Medeiros, na qualidade de orientador do estágio profissional realizado, pelo acompanhamento e orientação ao longo dos nove meses de estágio, pelas sugestões, pela paciência e incentivo prestados e pelo conhecimento que me transmitiu.

Ao Engenheiro Guilherme Fontes na qualidade de Director principal do Departamento da Exploração da Empresa Águas do Porto, pela oportunidade na realização do estágio profissional nesta empresa.

Ao Engenheiro Fernando Dias da Divisão da via pública da Câmara Municipal do Porto, pelo auxílio na consulta e fornecimento de plantas e dados indispensáveis para a realização deste trabalho e por toda a paciência compreensão e disponibilidade.

À divisão do Ambiente da Câmara Municipal do Porto, nomeadamente à Engenheira Ana Caramujo e ao Sr. Barbosa pela simpatia, cedência de informação solicitada e apoio no trabalho de campo.

Não posso deixar de destacar a participação no trabalho de campo e no apoio às deslocações efectuadas os técnicos das Águas do Porto nomeadamente ao Manuel Soares, José Cabral, Rui Pedro e António Ferreira, sem os quais este trabalho não teria sido possível.

Por fim e não menos importante aos meus pais, irmã, cunhado, ao meu pequeno sobrinho Simão Pedro, aos meus sogros e à minha esposa por todo o apoio e compreensão, as minhas desculpas por ter estado várias vezes ausente em alguns momentos importantes e por algum mau humor devido ao cansaço acumulado, principalmente pela falta de atenção prestada ao ambiente familiar, para poder levar este trabalho a bom porto.

A todos os que referi o meu muito obrigado.

palavras-chave

cursos de água, rios, ribeiras, taludes, colector, geotecnia, hidrogeologia.

resumo

A cidade do Porto é caracterizada pelos vários cursos de água que nela nascem e flúem. Estes cursos foram em tempos rios e ribeiros importantes para a sustentabilidade e desenvolvimento da cidade. O crescimento e expansão da cidade fez com que muitos destes rios e ribeiros fossem total ou parcialmente canalizados sem respeitar a grande importância que tiveram em tempos no abastecimento de água à população, utilizando-os mesmo como colectores de esgoto doméstico e até de saneamento.

Este trabalho teve como objectivo verificar qual o estado actual da Ribeira de Aldoar, Nevogilde, Ervilheira, Asprela e Rio Tinto, assim como o estado dos taludes das margens e dos colectores entubados, propondo-se uma solução para uma possível requalificação.

O trabalho envolveu numa fase inicial o levantamento e reconhecimento do traçado dos cursos de água atribuídos a este trabalho com base na cartografia existente (Carta de Condições de Drenagem de Superfície à escala 1/10000).

Numa fase seguinte foi cartografada toda a informação recolhida em plantas fornecidas pela Empresa Águas do Porto à escala 1/1000. Por fim foi efectuada a caracterização ao nível geotécnico e hidrogeotécnico.

Um estudo desta índole pretende contribuir para uma melhor gestão do geoespaço quer em termos históricos e patrimoniais, quer no que toca à conservação do leito dos rios e ribeiras.

keywords

water courses, rivers, streams slopes, collector, geotechnics, hydrogeology.

abstract

The city of the Port is characterized by the some water courses that in are born and flow. These courses had been in times important streams rivers and for the sustentabilidade and development of the city. The growth and expansion of the city made with that many of these rivers and total streams or were partially canalized without respecting the great importance exactly that had had in times in the water supply the population, using them as collectors of domestic sewer and even of sanitation.

This work had as objective to verify which the current state of the Ribeira de Aldoar, Nevogilde, Ervilheira, Asprela and Rio Tinto, as well as the state of slopes of edges and the collectors tubed s, considering itself a solution for a possible requalification.

The work on the basis of involved in an initial phase the survey and recognition of the tracing of the water courses attributed to this work the existing cartography (Letter of Conditions of Draining of Surface to scale 1/10000). In a following phase the information collected in plants supplied for the Company was mapped all Waters of the Port to scale 1/1000. Finally the characterization to the geotechnical and hydrogeotechnical level was effectuated.

A study of this nature it intends to contribute for one better management of geospace wants in historical terms and patrimonial, it wants in that touches to the conservation of the riverbed and streams.

Índice

1. Introdução.....	1
1.1. Enquadramento e Fundamentação do Estudo.....	1
1.2. Objectivos	2
1.3. Metodologia geral de investigação.....	2
2. Pesquisa e Recensão Bibliográfica.....	7
2.1. Breve Descrição Histórica do Porto	7
2.2. A Relação do Homem com a Água.....	8
2.3. Caracterização Física.....	10
2.3.1. Rede Hidrográfica	10
2.3.2. Clima e pluviosidade	10
2.3.3. Caracterização Geral do Concelho do Porto.....	11
2.3.4. Descrição Geral da Morfologia da Cidade.....	12
2.3.5. Enquadramento Geológico Regional.....	15
3. Rios e Ribeiras Estudadas	17
3.1. Linhas de Água.....	17
3.2. Caracterização das Linhas de água	18
3.2.1. Ribeira de Aldoar	18
3.2.2. Ribeira de Nevogilde	23
3.2.3. Ribeira da Ervilheira.....	25
3.2.4. Ribeira da Asprela.....	28
3.2.5. Rio Tinto	35
3.3. Condições de drenagem das linhas de água.....	40
3.4. Caracterização da Geologia dos cursos de água em estudo	43
3.4.1. Ribeira de Aldoar	43
3.4.2. Ribeira de Nevogilde	47
3.4.3. Ribeira da Ervilheira.....	47
3.4.4. Ribeira da Asprela.....	50
3.4.5. Rio Tinto	52
3.5. Caracterização das condicionantes das bacias das ribeiras	53
4. Identificação das vulnerabilidades e riscos associados.....	57
4.1. Avaliação das vulnerabilidades.....	57
4.1.1. Topografia	57
4.1.2. Geologia / Geomorfologia	60
4.1.3. Revestimento do solo	66
4.1.4. Análise de erosão e acresção	70

4.1.5. Ocorrência de cheias	72
4.1.6. Qualidade da água	73
4.2. Parâmetros de risco	75
4.2.1. Riscos Humanos	76
4.2.2. Riscos económicos	78
4.2.3. Riscos ambientais/cheias	80
4.2.4. Riscos patrimoniais	82
5. Contributo para solução.....	87
6. Considerações finais.....	95
7. Referências bibliográficas.....	99
ANEXOS (encontram-se em suporte informático apenso ao documento)	

Índice de Quadros

Quadro 1: Principais tipos de condicionantes	55
Quadro 2: Principais características do comportamento em obra das unidades geotécnicas	56
Quadro 3: Resultado das análises	75

Índice de Figuras

Figura 1: Ficha de levantamento de campo	4
Figura 2: Ficha de acesso às ribeiras nos troços canalizados	5
Figura 3: Ficha de inundações	6
Figura 4: “Planta redonda” de George Black, a mais antiga planta da cidade do Porto, 1813 (Arquivo Histórico do Porto)	7
Figura 5: Mapa da cidade dividido por freguesias (adaptado por H. Fernandes e N. Vieira)	12
Figura 6: Perfil longitudinal da cidade do Porto, desde a Foz do Douro até ao Rio Torto (COBA, 2003)	14
Figura 7: Mapa geológico regional da área metropolitana do Porto (adaptado de Chaminé, 2000; Afonso et al., 2004).....	16
Figura 8: Traçado da Ribeira de Aldoar dividida por troços (elaborada por Fernandes H. e Vieira N.).....	19

Figura 9: Rua da Vilarinha	20
Figura 10: Excerto da Carta de Condições de Drenagem de Superfície COBA 2003 (adaptado por H. Fernandes)	21
Figura 11: Troço a céu aberto	22
Figura 12: Descarga da Ribeira de Aldoar para o Oceano.....	23
Figura 13: Traçado da Ribeira de Nevogilde (elaborada por Fernandes H. e Vieira N.)	24
Figura 14: Foz da Ribeira de Nevogilde	24
Figura 15: Troço a céu aberto	25
Figura 16: Traçado da Ribeira da Ervilheira (elaborada por Fernandes H. e Vieira N.)	26
Figura 17: Nascente da Ribeira da Ervilheira	27
Figura 18: Troço a céu Aberto na Viela dos Paços.....	28
Figura 19: Ribeira Canalizada.....	28
Figura 20: Foz da Ribeira da Ervilheira	28
Figura 21: Traçado da Ribeira da Asprela dividida por troços (elaborada por Fernandes H. e Vieira N.).....	30
Figura 22: Ribeira da Areosa Canalizada	32
Figura 23: Troço a céu aberto	32
Figura 24: Troço a céu aberto	33
Figura 25: Lavadouro público	33
Figura 26: Troço 8 a céu aberto.....	33
Figura 27: Troço 7 a céu aberto.....	33
Figura 28: Nascente do troço 2. Lavadouro público.....	34
Figura 29: Troço a céu aberto	35
Figura 30: Troço a céu aberto junto ao IPO	35
Figura 31: Traçado do Rio Tinto (elaborada por Fernandes H. e Vieira N.).....	36
Figura 32: Final do trecho canalizado	37
Figura 33: Percurso até à foz	37
Figura 34: Foz da Ribeira da Lomba	38
Figura 35: Foz da Ribeira de Vila Meã.....	38
Figura 36: Foz da Ribeira de Cartes.....	38
Figura 37: Descarga da ETAR de Rio Tinto	39
Figura 38: Descarga da ETAR do Freixo	39
Figura 39: Trecho do Bairro de Aldoar	41
Figura 40: Trecho da Av. da Boavista	41
Figura 41: Trecho a céu aberto da Ribeira de Nevogilde	41
Figura 42: Ribeira da Ervilheira Junto ao Campo de Jogos do Crasto	41

Figura 43: Trecho da Ribeira da Asprela Junto à Circunvalação	42
Figura 44: Segundo trecho principal da Ribeira da Asprela.....	42
Figura 45: Excerto da carta geológica (esc: 1:10000) relativo à ribeira de Aldoar	46
Figura 46: Excerto da carta geológica (esc: 1:10000) relativo à ribeira de Nevogilde e da Ervilheira	49
Figura 47: Excerto da carta geológica (esc: 1:10000) relativo à ribeira da Asprela ...	51
Figura 48: Excerto da carta geológica (esc: 1:10000) relativo ao rio Tinto	53
Figura 49: Caixa de acesso ao aqueduto e onde acontece o esmagamento do mesmo	59
Figura 50: Talude no Troço 4	62
Figura 51: Talude no Troço 2	62
Figura 52: Captação de água da ribeira	63
Figura 53: Representação dos taludes	63
Figura 54: Representação de um trecho a céu aberto	64
Figura 55: Tubagem existente na Ribeira da Ervilheira	68
Figura 56: Estado actual da Ribeira nas proximidades da Rua Dr. Roberto Frias.....	68
Figura 57 e 58: Demonstra o abandono das margens do rio e descargas clandestinas	69
Figura 59: Leito do Rio Tinto	71
Figura 60: Leito da Ribeira da Asprela	71
Figura 61: Queda de muro na margem do Rio Tinto.....	72
Figura 62: Ponte de Pego Negro	84
Figura 63: Passagem hidráulica no Rio Tinto.....	84
Figura 64: Pontão do Largateiro	84
Figura 65: Ponte de Tirares.....	84
Figura 66: Ponte de Azevedo.....	84
Figura 67: Antigo Moinho	84
Figura 68: Troço a céu aberto junto ao pólo Universitário na Ribeira da Asprela.....	85
Figura 69: Foz da Ribeira de Cartes antes de ser efectuado o trabalho de limpeza ...	96
Figura 70: Foz da Ribeira de Cartes no dia em que foi efectuado o trabalho de limpeza	96

1. Introdução

1.1. Enquadramento e Fundamentação do Estudo

Desde o princípio da existência humana a necessidade de encontrar recursos hídricos numa região é um factor primordial para a implantação da população e suas actividades. A existência de água doce era indicador de terra fértil, de boas pastagens e fácil cultivo de alimentos.

Com o aumento da população na cidade houve a necessidade de alargar a malha urbana, acontecimento que foi efectuado sem ter em atenção os recursos hídricos existentes, o que levou à deterioração do leito e margens das ribeiras, dos rios existentes e consecutivamente o risco de contaminação fecal das águas.

Um curso de água constitui um ecossistema ribeirinho riquíssimo, com capacidade de suporte de populações vegetais, animais e humanos, com dinamismo e complexidade própria. A sobre exploração das suas potencialidades pelo homem, a ocupação desordenada do território e a má gestão dos recursos hídricos, debilitam as funções dos cursos de água, promovendo desequilíbrios no sistema, nomeadamente pela perda de habitats (desequilíbrios ecológicos), aparecimento de infestantes e pragas (desequilíbrios da cadeia trófica a nível físico), alterações de caudais (cheias, assoreamentos, erosão) e dificuldades de drenagem dos terrenos adjacentes à linha de água, com efeitos negativos para o próprio homem.

O presente trabalho aborda sobretudo as intervenções ao nível das linhas de água (leito e margem). Importa ter em conta que o espaço ribeirinho é o reflexo das intervenções efectuadas ao nível da respectiva bacia hidrográfica.

O correcto ordenamento da ocupação do solo na bacia hidrográfica é um processo que deve fazer parte integrante da

requalificação dos ecossistemas ribeirinhos enquanto importantes corredores de conectividade de fluxos biológicos, de fluxos de matéria e energia, e de malhas que permitam a identificação de distintos aspectos morfológicos, cénicos e paisagísticos.

1.2. Objectivos

Este projecto consiste basicamente num reconhecimento e levantamento hidrogeotécnico dos cursos de água, nomeadamente a ribeira de Aldoar, de Nevogilde, da Ervilheira, da Asprela e do Rio Tinto, assim como a identificação e caracterização dos troços naturais e artificializados dos respectivos cursos de água, verificando o estado actual dos taludes, margens e leito dos cursos de água assim como propor correcções.

Com este trabalho pretende-se elaborar propostas de intervenção tendo em vista a reabilitação do rio e ribeiras referidas anteriormente, contribuindo para a valorização das linhas de água do concelho do Porto, com o objectivo de conferir uma melhor qualidade de vida junto aos cursos de água e a sua plena fruição, para os residentes.

1.3. Metodologia geral de investigação

A primeira fase deste trabalho consistiu numa pesquisa bibliográfica e cartográfica, tarefa algo difícil devido à escassez de documentação existente relacionada com os cursos de água a estudar.

A fase seguinte constou de um levantamento de campo para reconhecimento das ribeiras de Aldoar, de Nevogilde, da Ervilheira, da Asprela e do Rio Tinto com base na Carta Geotécnica do Porto, mais precisamente na Carta de Condições de Drenagem de Superfícies à

escala 1/10000. Posteriormente, com o apoio da cartografia da cidade à escala 1/1000, foi marcado o traçado actual das quatro ribeiras e do rio Tinto. Em simultâneo elaborou-se um álbum fotográfico com todos os pontos e procedeu-se à entrada nas caixas de visita no caso do troço estar canalizado para verificar o estado do colector. Foi feito um inquérito junto da população residente na zona para confirmar a existência da ribeira e provável ocorrência de cheias. Todas estas informações foram registadas em fichas de campo criadas para o efeito (Figuras 1, 2, 3).

Por fim, foram criadas propostas para atenuar todos os malefícios existentes e proporcionar uma qualidade de vida apetecível para os moradores na zona envolvente.

FICHA DE CAMPO							
Ribeira de _____ Troço: _____.				Data: __/__/_____.			
Localização	Céu Aberto/ Canalizado	Condições de Acesso	Estado de Conservação da Margem	Aspecto da Água CH / TV / CR	Existência de Descargas	Existência Vida Piscícola	Observações Foto N°

CA -- Céu Aberto C -- Canalizado CH -- Cheiro TV -- Turvação CR -- Cor

Figura 1: Ficha de levantamento de campo

FICHA DE ACESSO À RIBEIRA

Ribeira: _____ Data: ____ / ____ / ____

--	--

Planta de Localização

Fotografia

Planta Nº: _____ Esc: _____

Localização: _____

Condições de acesso:

Tampa: ☐Com escada: ☐

Altura: _____

Sem escada: ☐Céu Aberto: ☐

A água flui através de:

Rocha: ☐ Manilhas: ☐ Alvenaria: ☐ Galeria: ☐

Diâmetro: _____

Estado de conservação:

Existência de fissuras: _____

Limpeza: _____

Pontos de fragilidade: _____

Notas: _____

Figura 2: Ficha de acesso às ribeiras nos troços canalizados

INQUÉRITO DE INUNDAÇÕES

Ribeira: _____ Data: ____/____/____

Rua: _____ Nº: _____

Nome: _____ Idade: _____

Há quantos anos mora neste local? _____

Sabe da existência de uma linha de água (ribeira) nesta rua?

Sim: ☐ Não: ☐

Costuma haver problemas de inundação:

Rua: Sim: ☐ Não: ☐Casa: Sim: ☐ Não: ☐

Outros: _____

Se sim:

Há quanto tempo? _____

Quais os danos provocados? _____

É habitual? _____

Notou algum assentamento na habitação / na rua? _____

Observações:

Figura 3: Ficha de inundações

2. Pesquisa e Recensão Bibliográfica

2.1. Breve Descrição Histórica do Porto

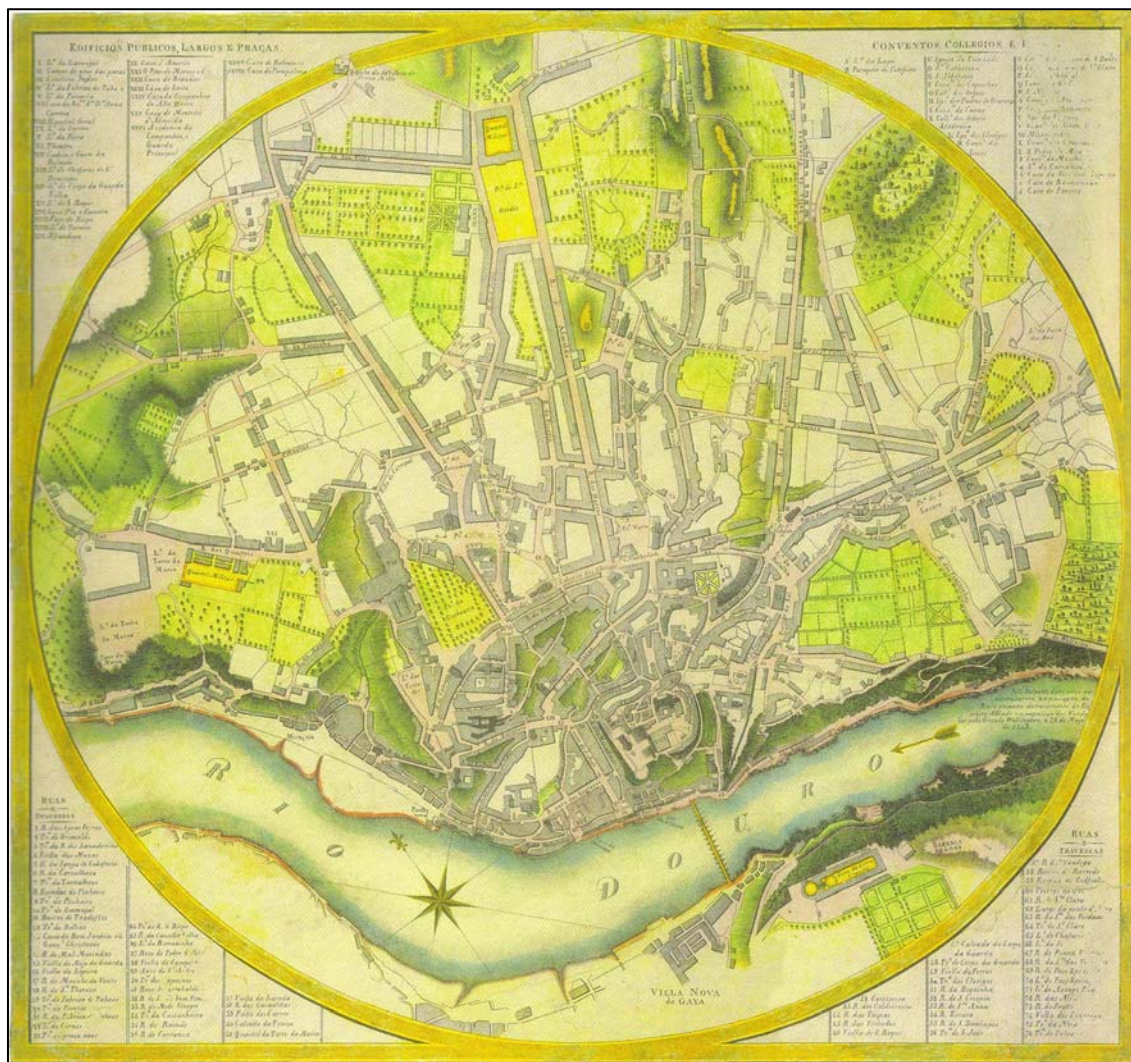


Figura 4: “Planta redonda” de George Black, a mais antiga planta da cidade do Porto, 1813 (Arquivo Histórico do Porto)

Para melhor se entender evolução dos rios e ribeiras da cidade será necessário conhecer a sua história. Segundo os historiadores, foi o Morro da Pena Ventosa que deu início ao Porto, pelas ligações com outros locais, por razões defensivas e por ser um lugar privilegiado no que respeita ao aprovisionamento de água, pois estava rodeado por três rios: o rio da Vila, o rio Frio e o rio Douro. Em termos defensivos “era um esporão de difícil acesso e com defesas naturais por todos os

lados, excepto pelo lado do Rio da Vila, tendo uma altura de 76 a 78m nas cotas mais altas onde forma uma plataforma convidativa à fixação de casas e delineamento de ruas” [Marques et al, 1990].

Para além do rio da Vila, muitos outros rios e ribeiros atravessavam a área da actual cidade do Porto. A maioria destes cursos de água corria de Norte a Sul para o rio Douro. Na direcção da foz do rio Douro, seguem-se o rio Frio, o ribeiro de Massarelos e a ribeira da Granja. Na zona oriental da cidade encontra-se o ribeiro de Mijavelhas e os rios Tinto e Torto, e para ocidente localizam-se mais três ribeiros que escoam a sua água para o Oceano Atlântico: a ribeira de Aldoar, a ribeira de Nevogilde e a ribeira da Ervilheira.

Nas margens dos cursos de água, foram-se criando pequenos povoados, iniciando-se a expansão para fora do Morro da Pena Ventosa, em algumas áreas como é o caso das actuais freguesias de Cedofeita, Massarelos, Campanhã, Paranhos, Aldoar, Nevogilde, Foz do Douro, Lordelo do Ouro e Bonfim, predominava a agricultura e a pesca nas zonas ribeirinhas.

Devido à degradação da qualidade da água e à necessidade de edificar novos espaços urbanos, muitos destes rios e ribeiros foram total ou parcialmente encanados.

2.2. A Relação do Homem com a Água

Desde os primórdios da existência humana que a necessidade de pesquisar recursos hídricos tem sido um factor determinante para a sobrevivência das populações, sua fixação em determinados locais e actividades a realizar. A abundância de água doce é sinal de terra fértil e de boas pastagens, foi um factor primordial durante muitos séculos para o desenvolvimento das sociedades.

Depois da Revolução Industrial assistiu-se ao uso da água para um maior número de actividades e com isso aumentaram os riscos de contaminação das águas, provocando assim problemas de saúde pública. Com vista a minimizar estes riscos, as cidades tentaram acabar com a circulação dos esgotos domésticos em valetas ou ruas e construíram sistemas de drenagem cujo destino final era geralmente o mesmo dos esgotos industriais, ou seja eram lançados sem qualquer tratamento em cursos de água superficial, situados próximo do aglomerado. Este acto foi utilizado durante anos o que levou à progressiva degradação dos cursos de água, principalmente em meio urbano.

A cidade do Porto, tal como muitas outras cidades viu-se confrontada com estes problemas. Com o crescimento da população e industrialização da cidade, esta foi ficando impermeabilizada, os rios e ribeiras foram-se degradando, pois neles eram e são despejados todo o tipo de lixo doméstico e industrial. Este problema foi-se tornando cada vez mais preocupante e difícil de travar, pelo que em finais do século XIX e início do século XX, foram tomadas algumas medidas com vista a dar à cidade uma imagem limpa e atraente. Canalizaram-se alguns rios e ribeiras, construí-se uma rede de saneamento, procuraram-se novas soluções para o abastecimento de água da cidade, limpou-se a cidade de lixos e detritos e fez-se uma forte campanha educativa de higienização.

Uma das causas de muitas cheias em meio urbano e da contaminação de linhas de água é a falta de saneamento, tornando-se urgente que toda a cidade seja abrangida por uma rede eficaz de saneamento com vista a minorar as situações explícitas. (Reis, P. 2002)

2.3. Caracterização Física

2.3.1. Rede Hidrográfica

O nível das águas do mar varia com a rede hidrográfica da cidade devido às formas de relevo actuais.

A maior parte da água proveniente de rios e ribeiros do concelho do Porto é drenada para o rio Douro através de pequenos afluentes, total ou parcialmente canalizados. Nos concelhos do Porto existem apenas dois afluentes que correm totalmente a céu aberto, situados na parte oriental da cidade que são o rio Tinto e Torto. Drenam também para o rio Douro os históricos rio da Vila, rio Frio (ou ribeiro de Monchique), o ribeiro de Massarelos (ribeiro de Vilar), o ribeiro de Bonfim (ou Mijavelhas) e a ribeira da Granja (ou de Lordelo) (Reis, P. 2002). A ribeira da Asprela (ou Paranhos) situada na zona norte da cidade desagua as suas águas para a bacia hidrográfica do rio Leça. A noroeste, encontra-se a ribeira da Ervilheira (ou ribeiro de Gondarém) situada na freguesia da Foz. A ribeira de Nevogilde e a ribeira de Aldoar (ou pequeno regato do Queijo) situam-se na freguesia de Aldoar, e descarregam as suas águas directamente para o Oceano Atlântico.

2.3.2. Clima e pluviosidade

Na região do Porto as características pluviométricas estão condicionadas com maior incidência, pelas perturbações atmosféricas de oeste e pelas situações depressionárias em conjunto com os fluxos marítimos, os quais mantêm ainda, nesta área próxima do Oceano, as suas propriedades higrométricas (Vieira, 2005).

A precipitação média anual na região do Porto é de 1152 mm, correspondendo o corpo central da estação chuvosa aos meses de fim de Outono e Inverno. No que diz respeito à temperatura, a média anual

nesta região é de 14°C, sendo o mês mais frio Janeiro e o mês mais quente Julho (Afonso, 2003).

De acordo com o critério de classificação climática de Köppen (in Strahler, 1979), o clima do Porto, inclui-se no tipo Csb, correspondendo a um clima mediterrâneo, temperado húmido, em que o mês mais frio tem uma temperatura média compreendida entre -3°C e 18°C, o período quente e seco anual, correspondente aos meses de Julho e Agosto, apresentam temperaturas médias que não são superiores a 22°C no mês mais quente.

A aplicação do balanço hídrico sequencial revelou a existência de um período húmido extenso, que se inicia em Outubro e se prolonga até meados de Maio, e um período seco de curta duração que vai de Junho a Setembro. A evapotranspiração real obtida através do método de Thornthwaite e Mather conduziu a um valor médio anual na região de 612,6 mm/ano. (Lencastre & Franco, 1992)

2.3.3. Caracterização Geral do Concelho do Porto

O Porto está delimitado a Sul e a Ocidente pelo rio Douro e pelo Oceano Atlântico. A Norte e a Oriente pelos concelhos de Gondomar, Maia e Matosinhos, onde se localiza a estrada nacional N°12, designada por estrada da Circunvalação. É uma cidade com cotas pouco elevadas sendo o ponto mais alto a zona do Monte Aventino, com 161m. Situa-se numa região aplanada que desce suavemente para o mar e que se encontra cortada pelo vale do rio Douro e seus afluentes, com principal destaque para os rios Tinto e Torto.

O concelho do Porto ocupa 5% da Área Metropolitana do Porto (AMP), com cerca de 42Km², constituindo o concelho mais pequeno a seguir a Espinho. O concelho tem uma ocupação de espaço intensa, e uma densidade populacional de 7202 habitantes / Km² (INE, 2000).

É constituído por quinze freguesias, divididas da seguinte forma (Figura 5): a leste encontra-se a freguesia de Campanhã, a norte Paranhos e Ramalde, a oeste Aldoar, Nevogilde e Foz do Douro. A sul Lordelo do Ouro, Massarelos, Cedofeita, Miragaia, Vitória, São Nicolau, Santo Ildefonso, Sé e Bonfim.

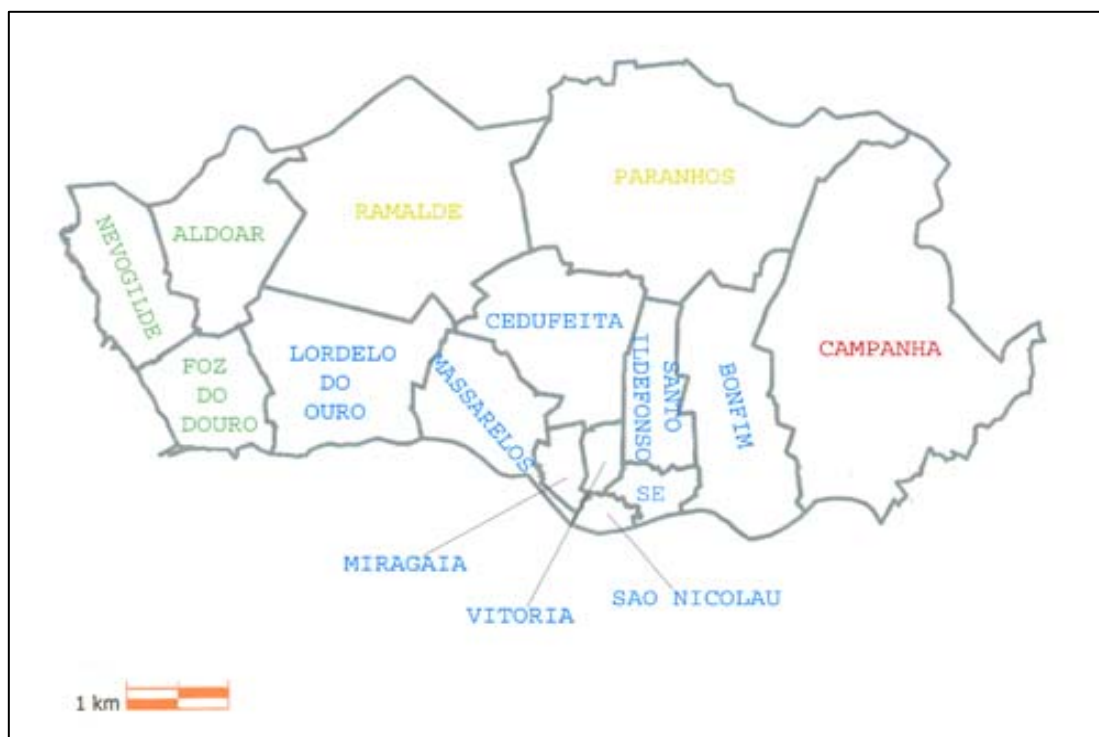


Figura 5: Mapa da cidade dividido por freguesias (adaptado por H. Fernandes e N. Vieira)

2.3.4. Descrição Geral da Morfologia da Cidade

A cidade do Porto tem um relevo pouco acentuado, que dá origem a uma larga plataforma com inclinação suave para W-S, na qual se instalou o rio Douro e seus afluentes.

Os principais afluentes do Douro formam alinhamentos sub-paralelos às zonas de fraqueza NNE-SSW. Onde se situam os famosos rios que faziam parte integrante da paisagem do Porto do séc. XVIII, dos quais se destacam: o “Rio da Vila”, o Rio Frio e a Ribeira de Vilar. A

oriente situa-se o vale de Campanhã onde correm os rios Tinto e Torto, o monte da Bela e o de Tine. Para ocidente localiza-se o monte do Outeiro, que graças ao suave declive existente nesta zona, proporcionou o desenvolvimento de planaltos e vales de maior extensão, pouco recortados por linhas de água, como é o caso do planalto da Pasteleira e o extenso vale do Lordelo.

Na prática numa zona com as características da cidade do Porto torna-se difícil efectuar o estudo da caracterização morfológica, dado que não são evidentes as formas de relevo significativas e por ser uma área com uma densidade populacional muito elevada, onde as características naturais foram fortemente alteradas pela acção do homem.

Através da (Figura 6) podemos ter uma ideia mais aproximada da realidade morfológica da cidade do Porto. A ocidente inicia à cota do mar e sobe até cerca de 35m, surgindo o terraço marinho da Foz do Douro, subindo gradualmente até à zona do Pinheiro Manso com cerca de 65m onde a “plataforma” é abruptamente cortada pelo vale da ribeira da Granja condicionado por um alinhamento de fracturas NNE-SSW. Sobe em seguida até à Praça Mouzinho de Albuquerque (Rotunda da Boavista) e a partir da falha NNE-SSW começa a subida do “morro granítico” até ao Marquês e em seguida até ao Monte Aventino.

Depois com declive por vezes acentuado, surge o vale de Campanhã, onde se encontra o contacto entre os micaxistos do complexo Xisto-Grauváquico e os granitos Hercínicos do Porto e Azevedo de Campanhã, ocorrendo pontualmente zonas de alternância e xisto e granito. Os xistos encontram-se nas zonas de cotas mais baixas, com formas de relevo brandas que, conjugados com alinhamentos estruturais de orientações N-S a NE-SW, justificam as vertentes suaves e vales encaixados onde se instalaram os rios Tinto e Torto. (COBA, 2003)

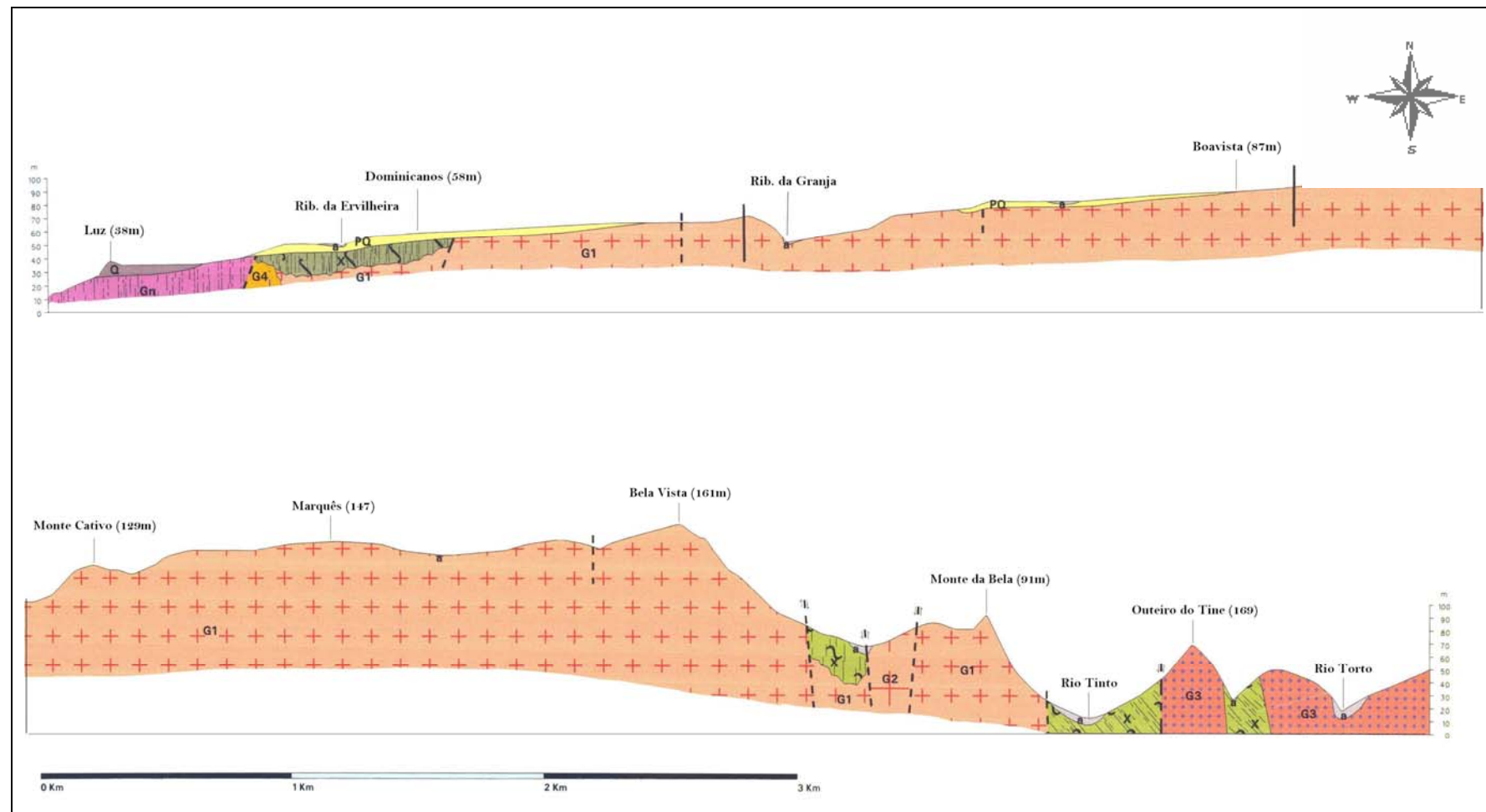


Figura 6: Perfil longitudinal da cidade do Porto, desde a Foz do Douro até ao Rio Torto (COBA, 2003)

2.3.5. Enquadramento Geológico Regional

A região do Porto localiza-se num domínio geotécnico complexo do Maciço Ibérico (Figura 7), ou seja, na faixa metamórfica do Porto-Espinho-Albergaria-a-Velha (Fernandes, H. 2005). O sector estudado situa-se assim, ao longo da sutura do Proterozóico superior que separa a zona de Ossa-Morena (ZOM) e a Zona Centro-Ibérica (ZCI), com direcção geral NNW-SSE, denominada faixa de cisalhamento de Porto-Coimbra-Tomar. A geologia da região do Porto (e.g., Rosas da Silva, 1936; Carrington da Costa, 1938, 1958; Carrington da Costa & Teixeira, 1957; COBA, 2003) é caracterizada em traços muito gerais pela dominância de rochas graníticas, sendo estas maioritariamente granitóides de duas micas, de grão médio e textura granular ou porfiróide. Uma parte da região está ocupada por depósitos de cobertura de idade holocénica e/ou plistocénica constituídos por depósitos de praias antigas e de terraços fluviais (Araújo et al., 2003).

Estudos do grau de alteração permitiram constatar que o resultado da meteorização das rochas graníticas da região é frequentemente patenteada pela arenização e/ou decomposição do maciço, que pode alcançar profundidades de mais de 100m (Begonha, 2001). Estes produtos de meteorização são caracterizados por um esqueleto essencialmente constituído por minerais primários (quartzo, feldspato, potássio e micas) e uma fracção argilosa predominantemente do tipo caulinite e gibsite. Estes dois minerais revelam uma elevada evolução mineralógica e conferem uma boa drenagem interna do maciço.

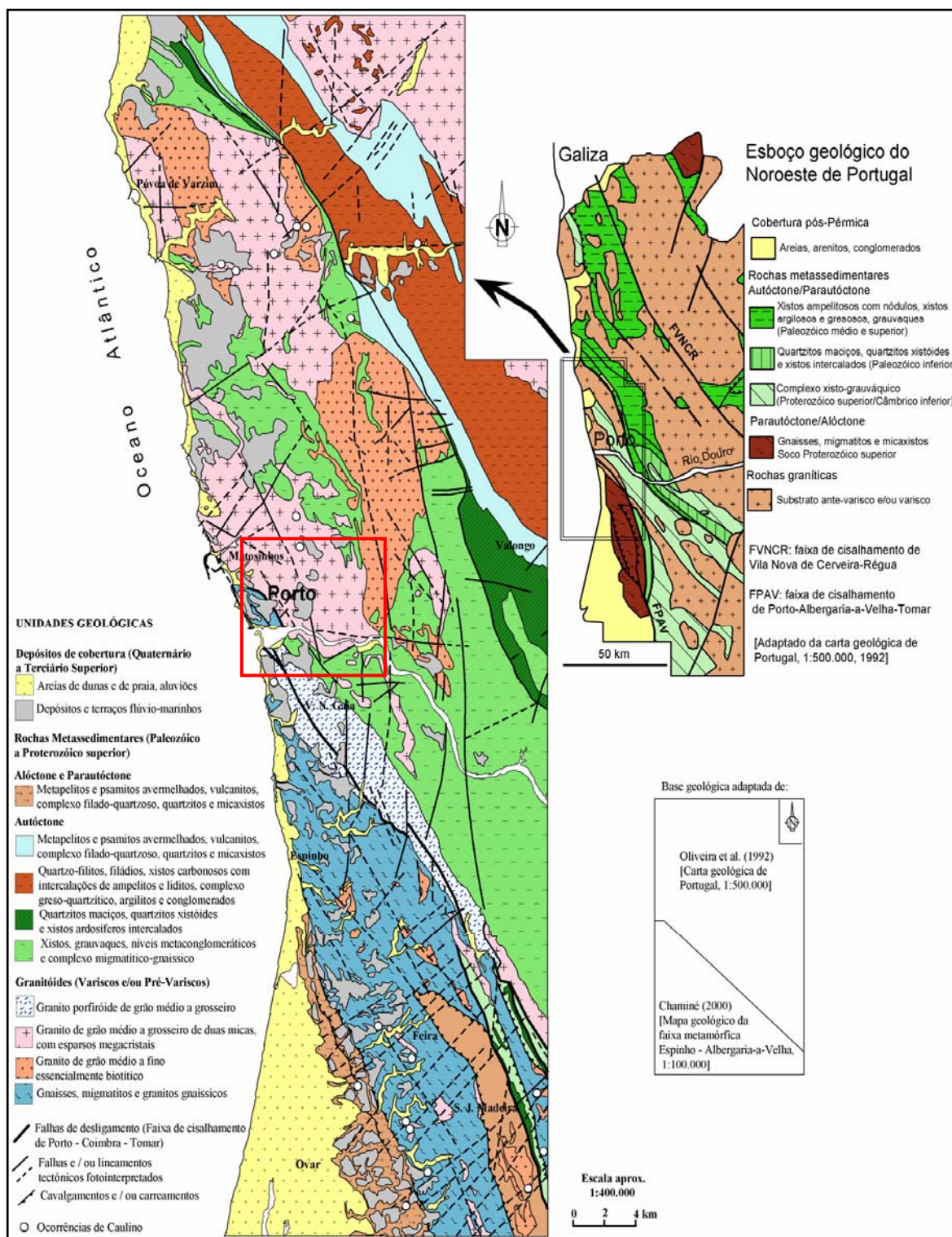


Figura 7: Mapa geológico regional da área metropolitana do Porto (adaptado de Chaminé, 2000; Afonso et al., 2004)

3. Rios e Ribeiras Estudadas

3.1. Linhas de Água

A maior parte das ribeiras estão escondidas do olhar da população. Apenas as cheias que preocupam no Inverno e o cheiro que se faz sentir em algumas delas são os únicos sinais da sua presença no subsolo do concelho. Com o crescimento do Porto quer em termos de industrialização quer no sector imobiliário foram perdendo o lugar à superfície, o que levou ao entubamento da maioria dos cursos de água, que em tempos foram fundamentais para o dia a dia da população, prevalecendo no entanto o rio Tinto e Torto que actualmente ainda se desenvolvem quase na totalidade a céu aberto.

A canalização das ribeiras no interior da cidade tem sido imposta por dois aspectos fundamentais que de alguma forma se relacionam entre si. Por um lado a forte pressão urbanística e a consequente ocupação dos terrenos próximos às linhas de água e, por outro, o facto de estes trechos funcionarem também como colectores de águas pluviais, por vezes de águas residuais, transformando neste caso as linhas de água em verdadeiros esgotos, como é bem visível em muitos dos trechos a céu aberto. Relativamente a este aspecto deve-se contudo realçar os esforços que nos últimos tempos têm sido desenvolvidos, no sentido de reabilitar algumas das linhas de água da cidade. (COBA, 2003). Prova de tal acontecimento é o recente projecto que está a ser desenvolvido pelas Águas do Porto com o objectivo de despoluir as ribeiras do concelho, desviando as águas de saneamento para colectores adequados, evitando descargas ilegais para o curso de água.

Sob o ponto de vista hidrológico as linhas de água integram um complexo sistema cujo desequilíbrio acarreta consequências ao nível da qualidade de vida das populações, por vezes com prejuízos importantes,

como é o caso das áreas de leito de cheia indevidamente ocupadas e frequentemente sujeitas a inundações. A canalização das ribeiras é responsável, por um lado, por alterações significativas no regime hidráulico e por outro, pela diminuição da qualidade da água devido à redução da oxigenação o que condiciona os processos de auto depuração. (COBA, 2003)

3.2. Caracterização das Linhas de água

3.2.1. Ribeira de Aldoar

A Ribeira de Aldoar ou o Pequeno Regato do Queijo, como era designado, foi um dos cursos de água em que se optou pelo seu enterramento, em vez de se efectuar a limpeza do seu leito e margens, que por sua vez desagua as suas águas no Oceano Atlântico, ligeiramente a Norte do Castelo do Queijo ver anexo 4 mapa 1.

A bacia hidrográfica de Aldoar desenvolve-se a oeste da cidade, numa área de 4.008.164,9m², contendo apenas dois troços a céu aberto na Avenida da Boavista com comprimento de 220m, próximo da Fundação de Dr. António Cupertino de Miranda e outro no Bairro de Aldoar com comprimento de 350m, os restantes 3782m estão completamente entubados. A esta ribeira, juntam-se dois outros ribeiros: um ribeiro vindo das proximidades do hospital Magalhães Lemos e o outro vindo de Salazares. Para uma melhor compreensão do traçado desta ribeira optou-se por dividi-la em troços (Figura 8) o levantamento efectuado no campo está presente nas fichas de campo no anexo 1 e 2 acompanhado por painéis fotográficos de cada ponto identificado, conjuntamente com este levantamento foi efectuado um inquérito (anexo 3) junto da população residente, com a finalidade de determinar o conhecimento por parte da população relativamente ao percurso e danos causados pela mesma.

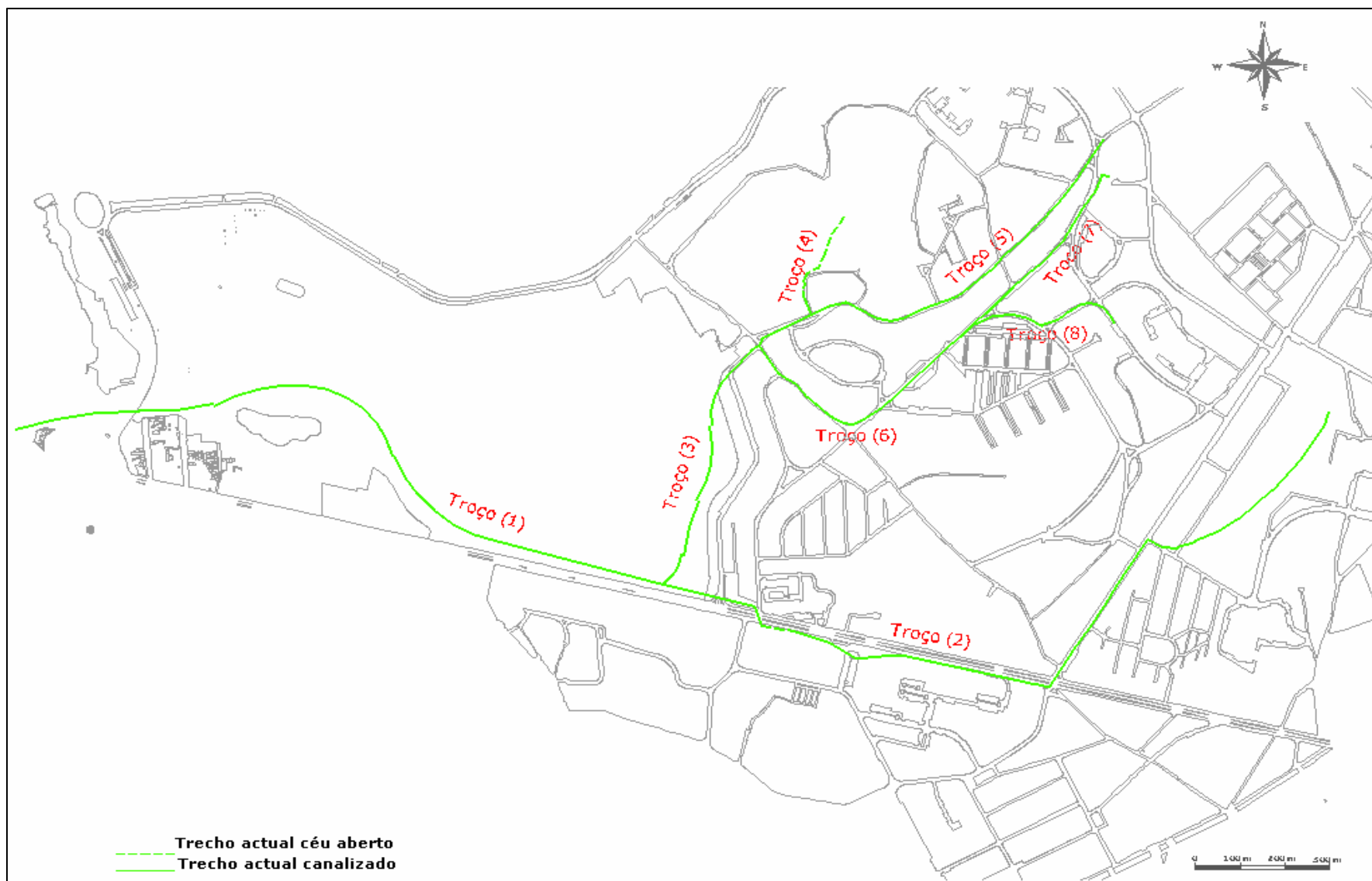


Figura 8: Traçado da Ribeira de Aldoar dividida por troços (elaborada por Fernandes H. e Vieira N.)

Analisando a figura de montante para jusante temos os seguintes troços:

1) Troço (8)

Este troço encontra-se canalizado, nasce na Rua de Angola que se localiza no Bairro Fonte da Moura e prolonga-se até à Rua de Moçambique, cruzando-se na Rua Jornal de Notícias com a ribeira vinda do troço (7). Não é possível definir correctamente o comprimento pelo facto de não se ter a certeza do seu exacto percurso.

2) Troço (7)

Com o comprimento de 548m, nasce nas traseiras de um prédio situado na Rua Jornal de Notícias e termina no cruzamento da Rua de Moçambique. A ribeira neste local passava à muitos anos a céu-aberto, mas devido à construção de edifícios e redes viárias no local foi necessária a sua canalização testemunhado por uma residente na Rua de S. Bernardo, onde existia um lavadouro público.

3) Troço (6)

É neste troço que se juntam as águas vindas do troço (8) e (7), e como os anteriores é totalmente canalizado. Percorre um pouco mais a Rua Jornal de Notícias e vira na Rua da Vilarinha (Figura 9) até se encontrar com o troço (3), muito perto do Parque da Cidade.



Figura 9: Rua da Vilarinha

4) Troço (5)

Com o trabalho de campo efectuado foi possível detectar alguns erros na carta geotécnica do Porto elaborada pela Câmara Municipal do Porto (Figura 10). Este troço não é referenciado na carta geotécnica do Porto mas foi identificado nas campanhas de trabalho de campo e encontra-se totalmente canalizado. Inicia-se perto da Rua do Lidador percorre a Rua Martim Moniz até se intersectar na mesma rua com o troço (4) descrito seguidamente.

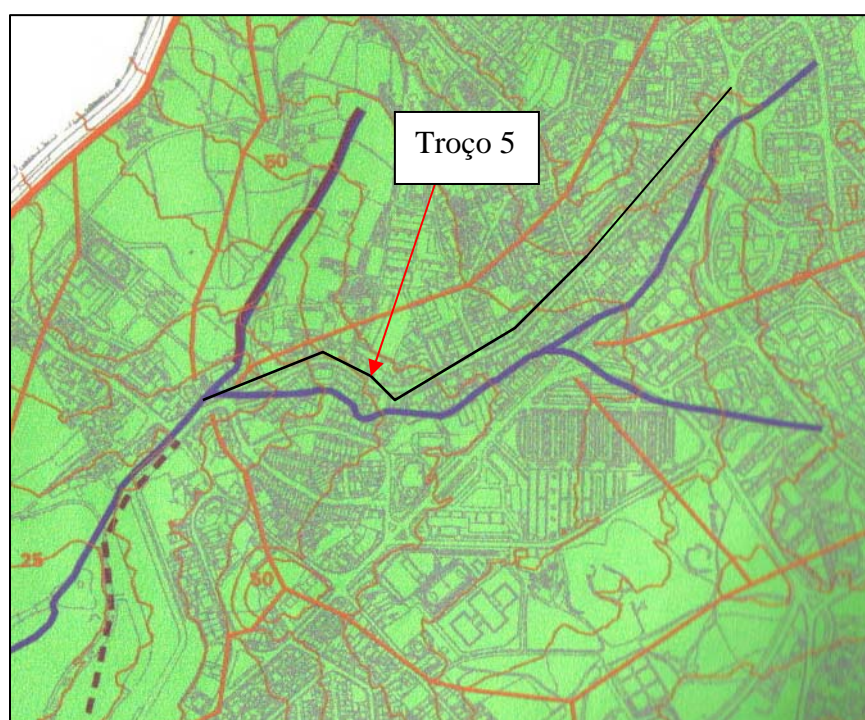


Figura 10: Excerto da Carta de Condições de Drenagem de Superfície COBA 2003 (adaptado por H. Fernandes)

5) Troço (4)

É um dos dois troços que se encontram a céu aberto. Além do seu elevado estado de degradação quer do leito quer das margens, corre algum caudal numa extensão de 350m, junto ao bairro de Aldoar. Torna-se evidente o desprezo da população por este pequeno trecho, já que no local pode ser encontrado todo o tipo de lixo, desde vestuário até ferro velho (Figura 11), facto que é de lamentar já que é um dos dois locais em que a ribeira se encontra a céu aberto.



Figura 11: Troço a céu aberto

6) Troço (3)

Este troço recebe os descritos até ao momento, inicia-se no cruzamento da Rua da Vilarinha com a Avenida do Parque, entra no Parque da cidade e junta-se ao troço (2) no lado SW do Parque. Como a ribeira já chega ao Parque da Cidade bastante poluída, na altura da construção do mesmo optou-se pelo enterramento da ribeira, pois seria impossível mantê-la a céu aberto devido ao cheiro intenso e cor escura que lhe é característica.

7) Troço (2)

O troço (2) inicia-se já canalizado no campo do INATEL, atravessa a Rua do Dr. Vasco Valente até encontrar a Avenida Dr. Antunes Guimarães, percorrendo-a até atravessar e descer a Avenida da Boavista. Em frente à rua António Aroso ela volta a atravessar a Avenida e entra no Parque da Cidade para se juntar ao troço (3) e dar início ao troço (1).

O segundo troço da ribeira de Aldoar que se encontra a céu aberto, situa-se em frente a rua António Aroso antes de atravessar a Avenida da Boavista, troço este que não é de fácil percepção devido à intensa vegetação existente no local.

8) Troço (1)

É neste troço que se reúnem as águas de todos os troços descritos anteriormente. Como na maioria dos troços, este também se

encontra totalmente canalizado até desaguar no Oceano Atlântico junto ao Castelo do Queijo numa espécie de túnel em cimento (Figura 12).



Figura 12: Descarga da Ribeira de Aldoar para o Oceano

3.2.2. Ribeira de Nevogilde

Ao nível do planeamento urbano a Ribeira de Nevogilde situada na freguesia do mesmo nome, é muitas vezes ignorada, pelo facto de ser considerada como um pequeno riacho (Figura 13). Está situada numa zona agrícola, rodeada pela rua Sá de Albergaria a Sul, Rua de Corte Real a Este, Travessa da Igreja de Nevogilde a Norte e segue em direcção ao mar atravessando a Rua do Marechal Saldanha, descendo pela Rua do Funchal, atravessa a Rua de Gondarém e a Avenida de Montevideu (anexo 4 mapa 2) e desagua na praia numa espécie de galeria em pedra (Figura 14). É um pequeno riacho, com um comprimento total de cerca de 390m, nos primeiros 140m é possível vê-la correr a céu aberto (Figura 15), sendo as águas aproveitadas para rega dos campos agrícolas. Devido à construção de agregados habitacionais e redes viárias, foi necessário canalizar o restante traçado (cerca de 250m), assumindo assim o seu carácter de curso de água canalizado, correspondente às ruas de Marechal Saldanha, Funchal, Gondarém e Avenida de Montevideu conforme o levantamento apresentado no anexo 1 e 2 acompanhado pelo respectivo painel fotográfico.



Figura 13: Traçado da Ribeira de Nevogilde (elaborada por Fernandes H. e Vieira N.)

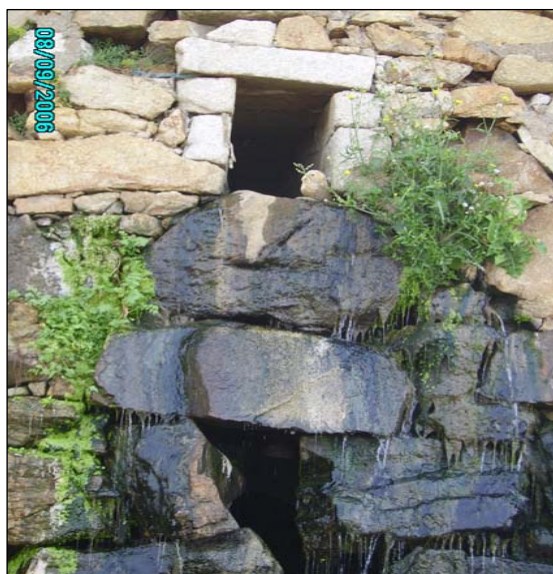


Figura 14: Foz da Ribeira de Nevogilde

Apesar de ser considerado um riacho a sua bacia hidrográfica desenvolve-se numa área de 444.639,20m².

É considerado como um curso de água de expressão reduzida no terreno, mas que se torna importante em termos de drenagem natural de águas pluviais, apresentando regime torrencial característico das ribeiras Atlântico / Mediterrânicas, com caudais reduzidos no período do Verão e caudais abundantes e torrenciais no período de Inverno (estas características são potencialmente agravadas com a artificialização das áreas de escoamento e infiltração da bacia hidrográfica natural). Com o auxílio dos inquéritos (anexo 3) efectuados à população residente foi possível conhecer melhor a ribeira e a sua força.



Figura 15: Troço a céu aberto

3.2.3. Ribeira da Ervilheira

A bacia hidrográfica da Ribeira da Ervilheira desenvolve-se entre a Avenida Marechal Gomes da Costa e a Rua do Crasto no sentido Nascente/Poente, numa área de 743.496,80m² bastante artificializada (Figura 16). A Ribeira da Ervilheira também conhecida como o Ribeiro de Gondarém (assim designado por atravessar a rua do mesmo nome), inicia-se perto da Rua Afonso Baldaia e desagua directamente para o Oceano Atlântico, na praia de Gondarém (a Sul do Castelo do Queijo). Devido à necessidade de alargar a cidade quer a nível rodoviário quer a nível habitacional, o seu traçado natural foi reduzido de 1471m para 964m estando actualmente cerca de 66% (636m) canalizada e apenas

328m a céu aberto o que pode ser confirmado no anexo 4 mapa 3. Como a Ribeira de Nevogilde está, é também considerada como um curso de água de expressão reduzida no terreno, mas que se torna importante em termos de drenagem natural de águas pluviais, apresentando o regime torrencial característico das ribeiras Atlântico/Mediterrânicas, com caudais reduzidos no período do Verão e caudais abundantes e torrenciais no período de Inverno, facto confirmado pela população aquando a realização do inquérito apresentado no anexo 3.

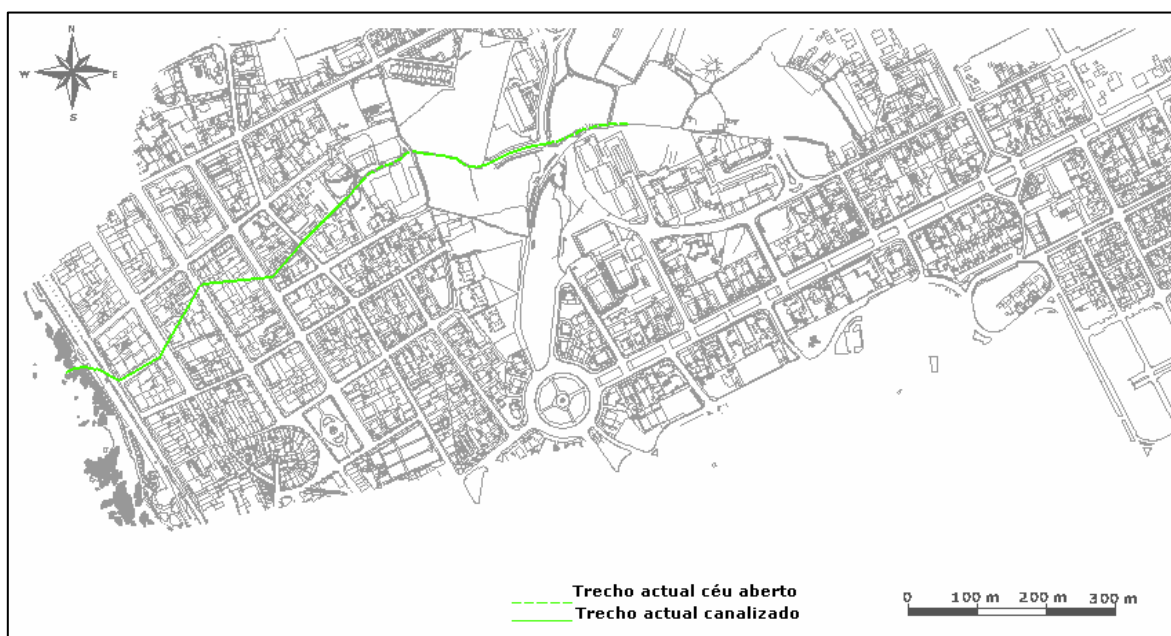


Figura 16: Traçado da Ribeira da Ervilheira (elaborada por Fernandes H. e Vieira N.)

Ao analisar a Ribeira de montante para jusante; com o auxílio das fichas de campo e fichas de acesso à ribeira apresentadas no anexo 1 e 2 respectivamente, esta tem início na zona do campo de jogos do Foz F.C, onde se encontra a céu aberto, num leito visível mas obstruído por vegetação densa e um enorme silvado (Figura 17). Na margem do lado do campo da Foz os terrenos encontram-se expectantes. A outra margem foi sobre elevada para construção de urbanizações, encontrando-se as águas pluviais destes prédios ligados à ribeira.



Figura 17:Nascente da Ribeira da Ervilheira

O primeiro trecho canalizado encontra-se a poente do campo de jogos do Foz Futebol Clube, com um comprimento de 50m, o recobrimento da ribeira deveu-se à implementação de uma infraestrutura viária, a Rua Maria Borges. A partir deste local o curso de água desenvolve-se a céu aberto, atravessando campos de cultivo e pequenas hortas (Figura 16). Próximo da Viela dos Passos ainda é possível ver o traçado da ribeira para o lado nascente (Figura 18) o que não acontece para poente da mesma devido à presença de vegetação ribeirinha na consolidação das margens, até à caixa de entrada na zona canalizada, junto ao muro de uma vivenda com entrada pela Rua do Ribeirinho.

A partir deste ponto a linha de água encontra-se de novo canalizada (Figura 19), ao lado da Rua do Ribeirinho, atravessando ao longo do aglomerado habitacional as Ruas de Corte Real, Dr. Sousa Rosa, Marechal Saldanha, Gondarém e Avenida do Brasil, até à Praia de Gondarém, onde desagua no mar ao longo dum aqueduto parcialmente destruído (Figura 20).



Figura 18: Troço a céu Aberto na Viela dos Paços



Figura 19: Ribeira Canalizada



Figura 20: Foz da Ribeira da Ervilheira

3.2.4. Ribeira da Asprela

A Ribeira da Asprela é um afluente do Rio Leça, cuja bacia hidrográfica apresenta uma área de 3.416.201,20m², desenvolve-se na zona Norte da cidade do Porto, representando as cabeceiras das linhas de água afluente, as respectivas nascentes da Ribeira da Areosa, Outeiro e de Paranhos (Figura 21) apresentado no anexo 4 mapa 4. Estes três cursos de água desenvolvem-se de Sul para Norte, concentrando-se a Ribeira da Asprela, na envolvente do pólo Universitário, entre o Instituto Superior de Educação Física e o IPATIMUP, onde se encontra actualmente a Linha Amarela do Metro.

Poder-se-á dizer que grande parte da bacia da Asprela se encontra delimitada por infra-estruturas viárias, sendo elas: a Circunvalação a Norte, a Auto-estrada A3 a Nascente e a VCI a Sul, configuram os limites da bacia hidrográfica em toda a sua globalidade.

Com base no trabalho de campo ao longo da ribeira e pelos inquéritos feitos à população podemos conhecer quase na perfeição todo o seu trajecto e algumas consequências provocadas por esta.

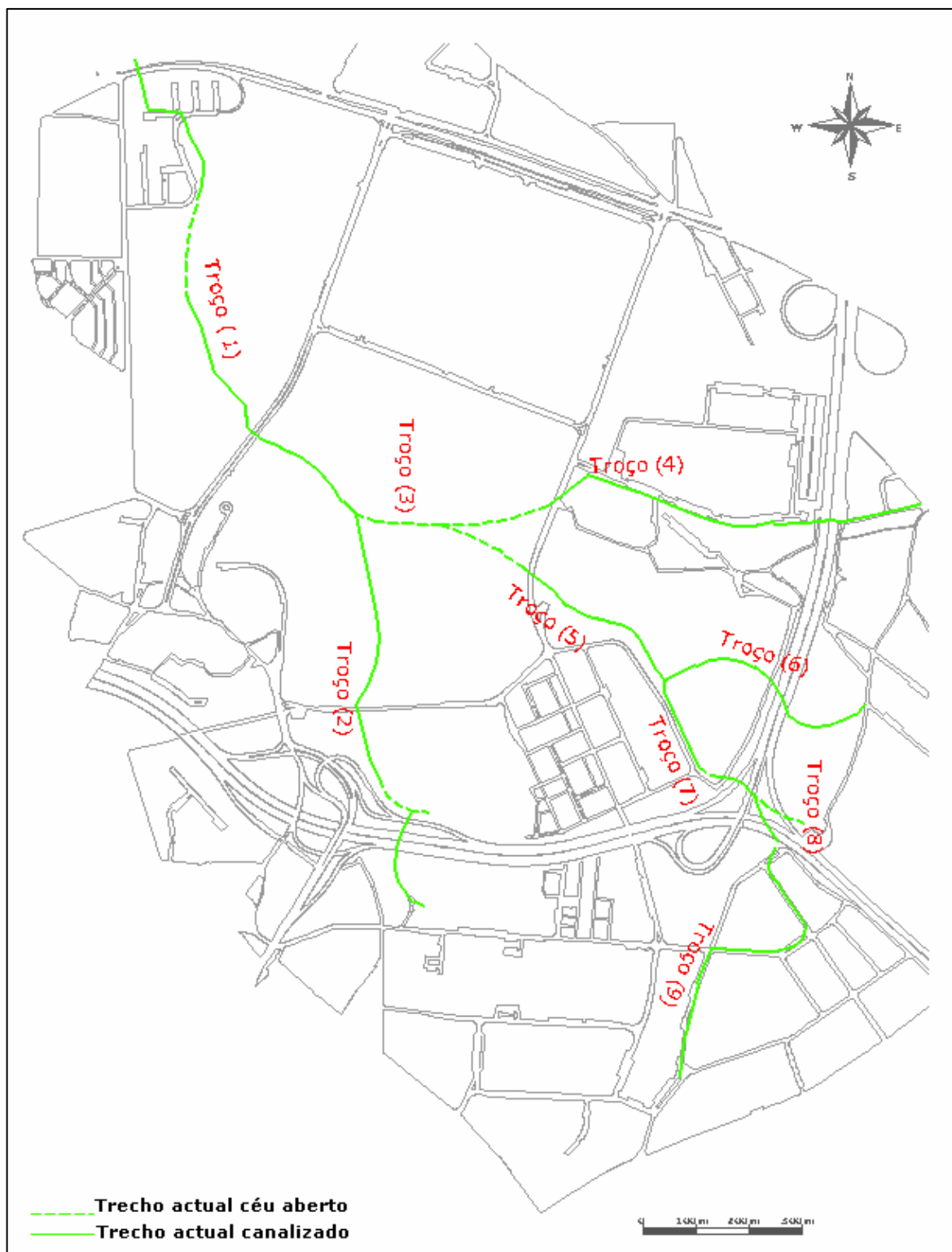


Figura 21: Traçado da Ribeira da Asprela dividida por troços (elaborada por Fernandes H. e Vieira N.)

A ribeira da Asprela tem um comprimento total de 3696m, estando 1345m a céu aberto, 2351m canalizados e é constituída por quatro linhas de água:

1) Ribeira da Areosa

Esta linha de água tem início a Nascente da A3, desenvolvendo-se na envolvente à Escola EB 2/3 da Areosa e nas traseiras da Faculdade de Engenharia, corresponde ao troço (4). É considerada como uma ribeira de expressão reduzida, mas fundamental em termos de drenagem natural das águas pluviais, com especial incidência nas infra-estruturas viárias – A3, acessos e estacionamento da Faculdade de Engenharia; bem como da impermeabilização consequente da própria construção das instalações universitárias. Da análise do local, torna-se obvio que o leito do curso de água foi reduzido a simples condutor de águas, não existindo o cuidado de compatibilizar as classes de uso estabelecidas no espaço envolvente com a função de protecção da área ribeirinha, salvaguardando o equilíbrio ecológico da paisagem.

A Ribeira da Areosa desde a sua nascente até atravessar a Rua Dr. Roberto Frias encontra-se canalizada por um canal de betão (Figura 22). Surge apenas a céu aberto, após o atravessamento da Rua Dr. Roberto Frias, já próximo da junção com a ribeira da Asprela, junto à actual Linha Amarela do Metro (Figura 23). Constata-se neste local, que se trata de uma zona de aluvião, permanentemente alagada, resultante de um nível freático elevado. Os terrenos correspondem a lameiros com presença esporádica de vegetação ribeirinha – salgueiro, choupo – que traduzem a forte presença de água no solo (Figura 23).



Figura 22: Ribeira da Areosa Canalizada

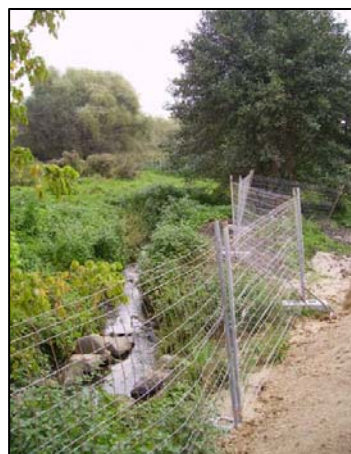


Figura 23: Troço a céu aberto

2) Ribeira do Outeiro

Este curso de água apresenta na zona a montante dois braços, que afluem na ribeira principal a Nascente/Sul da Faculdade de Economia e engloba os troços (5), (6), (7), (8) e (9), tendo um deles (troço (6)) a sua origem a Nascente da A3 numa zona de habitação na Rua Fonte do Outeiro, atravessa canalizada a A3 e pouco depois este curso de água encontra-se a céu aberto, apresentando um difícil acesso ao seu leito devido à intensa vegetação envolvente (Figura 24), juntando-se à ribeira principal já canalizada.

O outro braço da Ribeira (Troço (9)) nasce a Sul da VCI na Rua Dr. Pires de Lima. A linha de água encontra-se canalizada ao longo das Ruas Augusto Lessa, Vitorino Damásio e Luís Woodhouse até se encontrar com um lavadouro público (Figura 25). Atravessa o nó rodoviário da A3 com a VCI e do lado oposto da VCI, a Norte, encontra-se outro pequeno troço (8) a céu aberto com muita vegetação e lixo quer nas margens quer no leito (Figura 26). A partir deste local o curso de água inflecte para poente já canalizado, passando junto à Faculdade de Economia (troço (7)) (Figura 27), para afluir na Ribeira da Asprela após atravessar a Rua do Dr. Roberto Frias onde se encontra a céu aberto.



Figura 24: Troço a céu aberto



Figura 25: Lavadouro público



Figura 26: Troço 8 a céu aberto



Figura 27: Troço 7 a céu aberto

3) Ribeira de Paranhos

Este curso de água apresenta um percurso com orientação predominantemente de Sul para Norte, até à confluência com a Ribeira da Asprela, corresponde ao troço (2). Esta linha de água tem a sua origem na Praceta de Augusto Lessa, junto ao lavadouro público (Figura 28) abastecido com as águas da ribeira, situado nas traseiras da Escola Preparatória de Paranhos. A partir deste local o curso de água cruza a

VCI, desenvolvendo-se por poucos metros a céu aberto seguindo para jusante no sentido Norte, na direcção da Faculdade de Medicina Dentária já canalizada.

A Ribeira encontra-se praticamente toda entubada e canalizada com a excepção de um pequeno troço junto à confluência com a Ribeira da Asprela. Através dos lameiros existentes nesta zona verifica-se que o nível freático é elevado, pelo qual se deve reforçar a importância de preservar o fundo de fertilidade e manutenção do ecossistema ribeirinho.



Figura 28: Nascente do troço 2. Lavadouro público

4) Ribeira da Asprela

Trata-se do curso de água principal da respectiva bacia hidrográfica, correspondente ao troço (1), a Ribeira da Asprela desenvolve-se numa zona de vale aluvionar aberto, onde recebe os respectivos afluentes (Ribeira da Areosa, do Outeiro e de Paranhos).

Esta linha de água apresenta já um caudal significativo, sendo que todo o aluvião envolvente se caracteriza por um nível freático elevado, constatando-se também a existência de vegetação ripícola como é o caso do salgueiro, choupo e junco.

A Ribeira da Asprela encontra-se a céu aberto desde a Rua Dr. Roberto Frias até à Rua Dr. António Bernardino de Almeida (Figura 29). A partir deste local, a Ribeira encontra-se canalizada atravessando as instalações do Instituto Superior de Engenharia e da Universidade Portucalense, seguindo para Norte paralelamente à Rua de São Tomé. Nos terrenos que envolvem a parte Poente do Instituto de Oncologia, encontra-se a céu aberto (Figura 30), voltando novamente a “desaparecer” até cruzar a Circunvalação.



Figura 29: Troço a céu aberto



Figura 30: Troço a céu aberto junto ao IPO

3.2.5. Rio Tinto

O Rio Tinto (Figura 31) e o Rio Torto correm a céu aberto na freguesia de Campanhã rumo ao Douro e serão integrados no futuro Parque Oriental. Estes são os únicos afluentes terminais da margem direita do Rio Douro, que contribuem seriamente para a má qualidade da água do troço final do Rio Douro.

A nascente do Rio Tinto localiza-se no lugar de “Montes da Costra”, na freguesia de Ermesinde, Concelho de Valongo, a uma altitude próxima dos 200m num local marcado por campos agrícolas e de pastoreio. O rio começa a ganhar nesta zona alguma expressão, através dos diversos riachos que o alimentam e desenvolve-se ao longo

de aproximadamente 11,4KM. A sua foz localiza-se na zona do Freixo, freguesia de Campanhã, Concelho do Porto.

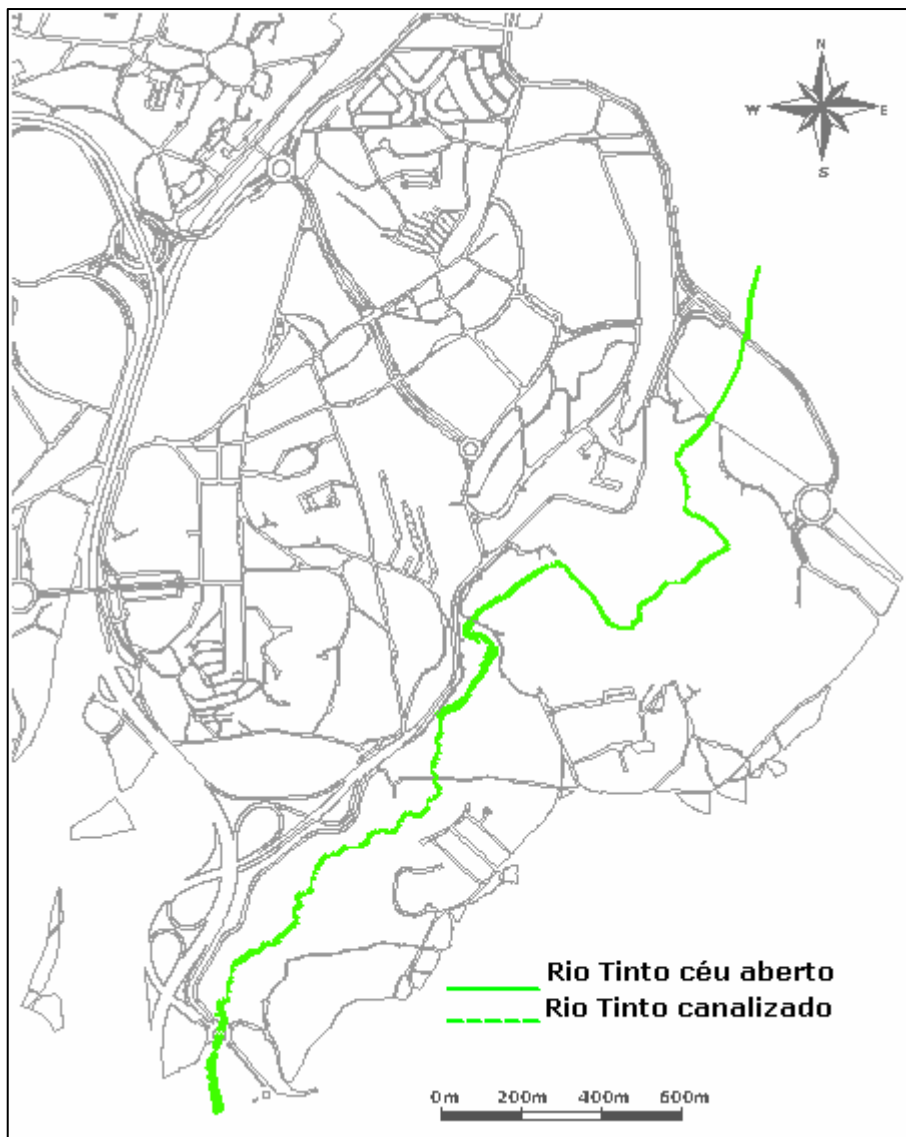


Figura 31: Traçado do Rio Tinto (elaborada por Fernandes H. e Vieira N.)

A bacia hidrográfica do Rio Tinto tem uma área aproximada de 23.500.000m² estendendo-se pelos concelhos de Gondomar, Porto, Valongo e Maia (por ordem de importância) e tem como fronteiras a bacia do Rio Leça a Norte e a bacia do Rio Torgo a Oeste. Junto à nascente do Rio a inclinação é significativa, principalmente na zona das cabeceiras designadas por "Alto da Maia" e "Alto de Valongo", onde a

inclinação atinge os 3%. No Concelho de Gondomar verifica-se uma inclinação média de cerca de 1,5% e no Concelho do Porto de cerca de 1,1%. A inclinação média do Rio desde a nascente até à foz é de 1,6%. Neste estudo vamo-nos debruçar essencialmente sobre o troço do Rio Tinto que vai desde a fronteira do Concelho do Porto até à foz, no Rio Douro, com uma extensão aproximada de 3Km conforme representado no anexo 4 mapa 5. Com base no levantamento efectuado ao longo do rio (anexo 1) e nos inquéritos realizados (anexo 3), tiramos as seguintes conclusões.

No trecho em estudo o Rio percorre essencialmente campos de cultivo e terrenos com alguma vegetação marginal. Existe apenas um pequeno troço canalizado, situado a 280m da foz do Rio sob a rotunda do Freixo e sob uns armazéns abandonados (Figura 32), ao longo de aproximadamente 110m. Daí até à foz encontra-se limitado marginalmente por muros de pedra (Figura 33).



Figura 32: Final do trecho canalizado



Figura 33: Percurso até à foz

O Rio Tinto neste percurso de 3Km recebe três afluentes designados por Ribeira da Lomba (Figura 34), Ribeira de Vila Meã (Figura 35) e Ribeira de Cartes (Figura 36). A Ribeira da Lomba nasce no Bonfim desce paralelo à Rua Pinto Bessa, caindo em cascata entre a Formiga e o monte do Pinheiro, este é o único local onde passa a céu aberto (Figura 34). A Ribeira de Vila Meã também denominada pelo Rio

de Vila Nova serpenteia entre as vertentes do Monte das Antas e da Costa da Corujeira até desaguar no Rio Tinto (Figura 35), toda ela é canalizada. A Ribeira de Cartes tem a sua nascente no vale das Antas, passa pela Rua dos Campeões, percorre a Alameda de Cartes, desce paralela à Rua do Peso da Régua, atravessa a Circunvalação e desagua no Rio Tinto (Figura 36).



Figura 34: Foz da Ribeira da Lomba



Figura 35: Foz da Ribeira de Vila Meã



Figura 36: Foz da Ribeira de Cartes

As características do Rio Tinto a montante da Zona estudada, estão substancialmente condicionadas pelo funcionamento da ETAR de Rio Tinto, esta infra-estrutura tem não só um tipo de funcionamento por vezes intermitente (Figura 37), como também é evidente que recebe habitualmente águas residuais e pluviais. A Jusante existe a ETAR do Freixo que também pode condicionar as características do Rio, facto

visível pela galeria existente voltada para o Rio (Figura 38), que apresenta um amontoado de lixo causado pelas diversas descargas da ETAR.



Figura 37: Descarga da ETAR de Rio Tinto



Figura 38: Descarga da ETAR do Freixo

Ao longo do traçado do Rio observam-se um conjunto de especificidades que são potenciais causadoras de impactes negativos efectivos, com consequências nefastas para a população e para os ecossistemas ribeirinhos que estão envolvidos. A partir da observação *in situ*, foi possível verificar que tipo de poluição existe:

- O aspecto da água e das margens do rio não é de todo agradável devido á forte presença de resíduos sólidos,
- Alguns locais próximo da margem servem de depósito de entulho,
- Existem algumas habitações ribeirinhas com ausência de infra-estruturas de saneamento básico, ou dispendo destas infra-estruturas drenam directamente para o rio sem qualquer tratamento,
- Existência de afluentes ao Rio Tinto com necessidade de reabilitação, nomeadamente a Ribeira da Lomba, Ribeira de Vila Meã e a Ribeira de Cartes.

O Rio Tinto apresenta um grande valor ecológico e paisagista dentro do Concelho do Porto, em especial em alguns troços, possuindo uma galeria ripícola bem desenvolvida. A poluição existente, o lixo e a

ocupação do leito de cheia são alguns dos factores que potenciam um aumento do stress ecológico.

3.3. Condições de drenagem das linhas de água

Ao longo do levantamento dos cursos de água estudados efectuou-se uma inspecção visual dos trechos a céu aberto, com o objectivo de observar o seu estado actual de conservação. Nesta inspecção teve-se em consideração vários aspectos tais como, a estabilidade dos taludes envolventes, conservação das margens, limpeza do leito, aspecto, qualidade da água, etc. Esta tarefa teve particular dificuldade devido ao difícil acesso aos ditos locais, devido a imensa vegetação envolvente que se acumula nas margens das ribeiras. Devido a estes factores não foi possível analisar com o pormenor desejado alguns trechos, outro motivo que foi impeditivo da visita ao local foi a negação por parte de proprietários, que puseram alguns problemas na nossa entrada, sem respeitar a margem de 10m de domínio público (servidão). Apesar do exposto descreve-se em seguida e com o pormenor possível os aspectos mais relevantes.

O trecho existente no Bairro de Aldoar (Figura 39) é composto por margens naturais com muita vegetação e lixo e o seu leito é composto por sedimentos. O trecho da Avenida da Boavista (Figura 40) é regularizado com gabions ou colchões reno, margens com muita vegetação e algum lixo, o leito é regularizado com colchões reno, sedimentos e blocos arrastados, estes são os dois e únicos trechos a céu aberto pertencentes à ribeira de Aldoar.



Figura 39: Trecho do Bairro de Aldoar



Figura 40: Trecho da Av. da Boavista

Relativamente à ribeira de Nevogilde é composta por apenas um trecho a céu aberto (Figura 41) contendo margens naturais, aplanadas e cultivadas, sendo o seu leito composto por sedimentos. A ribeira da Ervilheira é em muito semelhante à anterior, no que diz respeito à caracterização dos trechos a céu aberto, junto ao campo de jogos do Crasto (Figura 42) as margens são naturais com muita vegetação e no restante traçado são aplanadas e cultivadas o leito é igualmente composto por sedimentos.



Figura 41: Trecho a céu aberto da Ribeira de Nevogilde



Figura 42: Ribeira da Ervilheira Junto ao Campo de Jogos do Crasto

A ribeira da Asprela além de ter um tamanho considerável contém apenas dois trechos principais a céu aberto. Analisando a ribeira de jusante para montante, verifica-se que o primeiro trecho encontra-se

entre a estrada da circunvalação e a Universidade Portucalense (Figura 43), sendo a totalidade deste troço um canal em U de cimento com acesso difícil devido à vegetação existente. O seu leito é plano regularizado com cimento. O segundo trecho está localizado entre a Rua Dr. António Bernardino de Almeida e a Rua Dr. Roberto Frias (Figura 44) e o seu traçado tem alguns estrangulamentos causados pela acumulação de diverso lixo arrastado. As margens são aplanadas, inundadas e não cultivadas, e o seu leito é composto por sedimentos e blocos rochosos arrastados.



Figura 43: Trecho da Ribeira da Asprela Junto à Circunvalação



Figura 44: Segundo trecho principal da Ribeira da Asprela

O rio Tinto é o único dos cursos de água estudados que mantêm o seu traçado a céu aberto, embora esteja muito desleixado quer por parte dos habitantes quer pelo município. No trecho entre a foz do rio e o campo de jogos do Vitória de Campanha, o rio é encaixado entre taludes naturais com muita vegetação e lixo diverso arrastado ou lançado das margens, relativamente ao leito é composto por sedimentos, blocos rochosos e lixo diverso arrastado ou depositado. No trecho entre o campo de jogos do Vitória de Campanha e a zona final do traçado no interior da cidade (próximo da rua das Águas Férreas), a ribeira circula entre muros de alvenaria ou em taludes naturais, as margens são construídas frequentemente por socalcos cultivados ou

não, normalmente com muita vegetação onde se acumula lixo arrastado que em alguns locais causam estrangulamentos. Ao longo do traçado são visíveis diversas saídas de esgoto, das quais se destaca o trecho entre a rua da Granja e EN209 onde se verifica a ocorrência de água muito poluída directamente dos campos para o rio. O leito é composto por sedimentos e rocha com lixo diverso arrastado e depositado.

3.4. Caracterização da Geologia dos cursos de água em estudo

3.4.1. Ribeira de Aldoar

A bacia da ribeira de Aldoar (Figura 45), a montante encontra-se assente no granito de duas micas (G1) (granito de grão médio ou médio fino, o típico granito do Porto), contendo algumas incrustações de depósitos fluviais da idade do quaternário antigo e pliocénico recente (PQ). Os granitos da cidade do porto são granitos de duas micas, com predomínio de moscovite, que exibem por vezes uma textura orientada (N130°E), porém podem revelar-se com uma textura não porfiróide ou de tendência porfiróide, uma granularidade que pode variar de média a grosseira ou de fina a média, e uma percentagem variável de biotite e moscovite. De registar porém, que as variações são sempre graduais não se podendo, portanto, estabelecer limites francos entre as diferentes fácies. Na unidade do Quaternário antigo e Pliocénico recente, são incluídos todos os depósitos constituídos por areias grosseiras e cascalhos que Araújo (1991) e Carvalho (1992) consideram como de origem fluvial. Com base neste critério nela incluímos os depósitos que Carrington da Costa e Teixeira (1957) consideram como terraços fluviais. Estão neste caso os depósitos do Prado do Repouso e da Quinta da Nova Sintra, bem como outros que aqueles autores consideram como sendo depósitos de praia e que ocorrem por exemplo

na zona da Pasteleira, Avenida Marechal Gomes da Costa (Igreja do Cristo Rei), rotunda da Boavista (Agramonte), Ramalde, cemitério de Aldoar e Prelada (Quinta da Seda). (COBA, 2003)

A Jusante predominam depósitos marinhos da faixa litoral da idade do quaternário antigo (Q), metassedimentos – unidade de Lordelo do Ouro (X) e na foz da ribeira granito profiroide de grão médio a grosseiro (G4) predomina o típico granito do Castelo do Queijo e Cantareira. Na unidade do quaternário antigo é onde se incluem os depósitos de origem marinha da faixa litoral existente na Foz do Douro e Nevogilde. São depósitos essencialmente arenosos mas com muitos seixos rolados que correspondem a praias antigas (terraços marinhos) e que comprovam processos ligados à regressão. Na zona de contacto dos metassedimentos com o granito de duas micas de grão médio ou médio a fino (Granito do Porto) podem por vezes observar-se litologias que se assemelham a gnaisses e migmatitos, nomeadamente na zona de Lordelo do Ouro, mas que se interpretam como sendo à proximidade do contacto. A foliação principal nesta zona possui uma atitude N110 a 130°E, subvertical. Como os metassedimentos da ULO (Unidade de Lordelo do Ouro) exibem uma xistosidade anterior às foliações presentes nos ortognaisses assumimos que o UGFD (Unidade dos Gnaisses da Foz do Douro) e, bem assim, o CMFD (Complexo Metamórfico da Foz do Douro) corresponde à faixa Précâmbrica da Zona Ossa Morena. A zona de cisalhamento Porto-Tomar (ZCPT) passa, assim, próximo do Castelo do Queijo e separa os terrenos da Zona Centro Ibérica, nomeadamente o “Complexo Xisto-Grauváquico” (CXG), que ocorre na zona oriental da cidade do Porto, dos terrenos da Zona de Ossa Morena. O granito porfiróide de grão médio a grosseiro está representado nomeadamente no afloramento sobre o qual assenta o forte de S. Francisco Xavier, vulgarmente designado por Castelo do Queijo, assim como em pequenos afloramentos que ocorrem, por exemplo, junto ao rio Douro na Zona da Cantareira bem como na praia

da Luz. De referir que apresentam características idênticas às de granitos que ocorrem a sul do rio Douro. O granito do Castelo do Queijo é um granito porfiróide biotítico, de grão médio a grosseiro, por vezes, com orientação da biotite (N130°E) que se intensifica nas proximidades do contacto com os metassedimentos do Complexo Metamórfico da Foz e tem a particularidade de possuir encraves microgranulares de rochas melanocratas. Ao microscópio revela-se um granito em que os feldspatos principais são oligoclase, microclina pertítica e rara albite. A biotite, rica em inclusões de zircão e apatite, é a mica mais abundante. O granito mostra os efeitos de uma deformação frágil perfeitamente visível em lâmina delgada nomeadamente através da deformação dos cristais de quartzo (COBA, 2003).

O leito da ribeira é formado por aterros recentes (at) e aluviões (a). Os aterros recentes são constituídos por materiais litológicos naturais provenientes de escavações e/ou por materiais artificiais, incluindo-se neste caso quer o escombros resultante de obras quer resíduos resultantes de actividades antrópicas. De referir por exemplo, os aterros localizados na parte ocidental da cidade e depois cobertos pelo parque da cidade e na marginal entre a circunvalação e a foz do rio Douro e que serviram, nomeadamente para a construção das avenidas junto ao mar. Os aluviões correspondem a depósitos fluviais que ocupam os vales de pequenos rios e ribeiros e são essencialmente constituídos por sedimentos argilosos e areias que correspondem ao leito de inundação. (COBA, 2003)

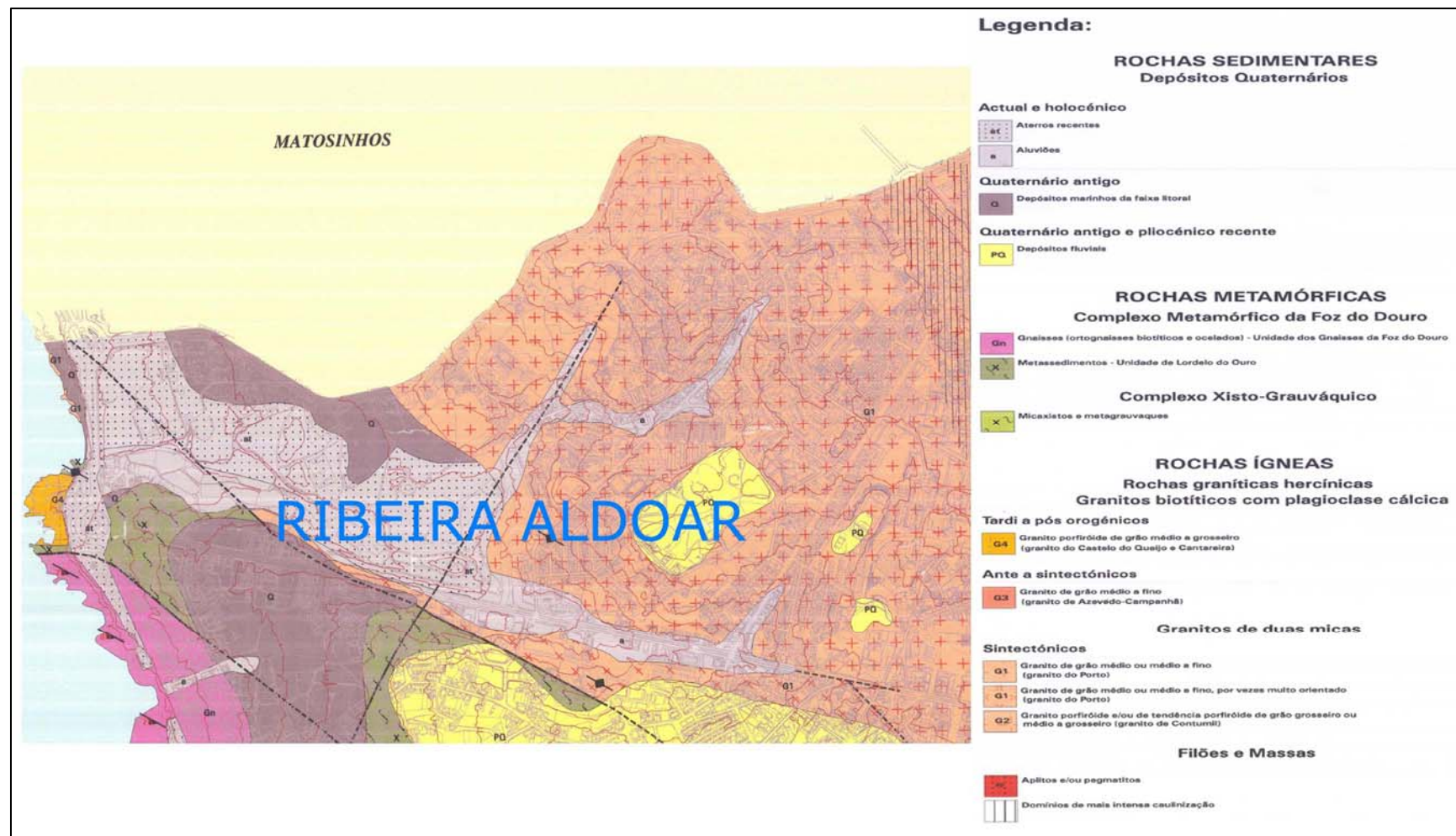


Figura 45: Excerto da carta geológica (esc:1:10000) relativo à ribeira de Aldoar

3.4.2. Ribeira de Nevogilde

A bacia da ribeira de Nevogilde (Figura 46) é a mais pequena das estudadas, a montante junto da nascente predomina os depósitos marinhos da faixa litoral (Q), pertencentes ao quaternário antigo e pliocénico recente, a jusante até à foz está assente no complexo metamórfico da Foz do Douro predominando somente os gnaisses (Gn) (ortognaisses biotíticos e ocelados) da unidade dos gnaisses da Foz do Douro. Nesta unidade existem quatro tipos de rochas gnaissicas: (i) gnaisses biotíticos; (ii) gnaisses leucocratas de tendência ocelada; (iii) gnaisses leucocratas e (iv) gnaisses leucocratas ocelados. Esta zona por se encontrar a norte da praia do Homem do Leme é constituída por gnaisses leucocratas ocelados (iii e iv). Os gnaisses leucocratas têm composição granítica, apresentando sempre, em maior ou menor percentagem, andaluzite e/ou cordierite e mais raramente silimanite (fibrolite). (COBA, 2003)

O leito é formado por rochas sedimentares – aluviões (a).

3.4.3. Ribeira da Ervilheira

Na bacia da ribeira da Ervilheira (Figura 46), a montante encontra-se depósitos fluviais (PQ) do quaternário antigo e pliocénico recente, metassedimentos da unidade de Lordelo do Ouro. A jusante predominam os depósitos marinhos da faixa litoral do quaternário antigo e a foz da ribeira é constituída por gnaisses (ortognaisses biotíticos e ocelados) da unidade de gnaisses da Foz do Douro. Esta zona por se encontrar na faixa metamórfica a sul da praia do Homem do Leme é constituída por gnaisses biotíticos e gnaisses leucocratas de tendência ocelada (i e ii). Os gnaisses biotíticos têm composição tonalítica, são desprovidos de feldspatos potássicos e também de

qualquer dos minerais do metamorfismo acima mencionados. A percentagem de biotite varia ocorrendo em concentrações mais ou menos importantes, principalmente nas zonas onde os metassedimentos são mais abundantes. (COBA, 2003)

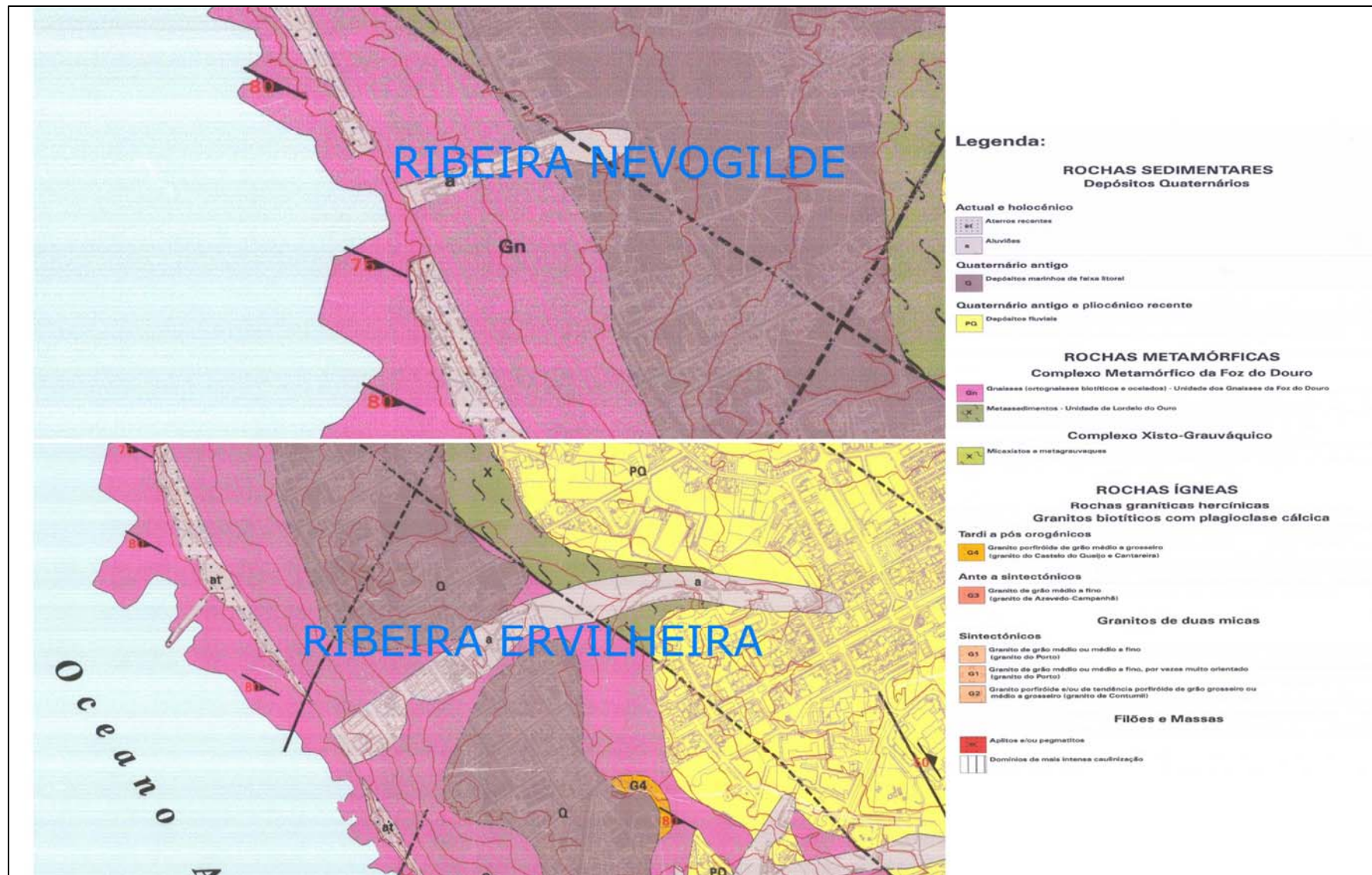


Figura 46: Excerto da carta geológica (esc:1:10000) relativo à ribeira de Nevogilde e da Ervilheira

3.4.4. Ribeira da Asprela

Na bacia da ribeira da Asprela (Figura 47) a montante e a Weste predomina o granito de grão médio ou médio a fino (G1) típico granito do Porto, para Este e a jusante encontra-se o granito porfiróide e/ou de tendência porfiróide de grão grosseiro ou médio a grosseiro (G2) típico granito de Contumil, existe ainda micaxistos e metagrauvaques (X). O granito porfiróide distingue-se do granito de grão médio por ser ligeiramente mais grosseiro e exibir uma textura porfiróide ou de tendência porfiróide. Os megacristais são de ortoclase pertítica. A plagioclase apresenta-se quer em cristais zonados (oligoclase-albite), quer sob a forma de albite que ocorre na matriz ou a substituir o feldspato potássico; a matriz é essencialmente constituída por ortoclase, microclina, quartzo, e pequenos cristais de albite. A moscovite é a mica dominante podendo contudo em alguns casos ocorrer em proporções idênticas às da biotite. De referir a ocorrência de turmalina como mineral acessório. Os micaxistos e metagrauvaques ocorrem principalmente na zona oriental da cidade representam vestígios do que foi o encaixante metamórfico dos granitos hercínicos, razão pela qual, se apresentam frequentemente cortados por material de composição granítica. A atitude da xistosidade principal, apesar da proximidade dos granitos, revela-se constante, N20°W a N40°W, 50°E a sub-vertical e mantém-se mesmo quando os micaxistos ocorrem em pequenos retalhos no seu interior de referir que é habitual estas formações exibirem uma crenulação sub-horizontal bem evidente sem que se observe uma clivagem de crenulação, sendo contudo frequente fracturação tardia N10°E a N20°E, sub-vertical. (COBA, 2003)

O leito da ribeira é constituído essencialmente por aluviões (a).

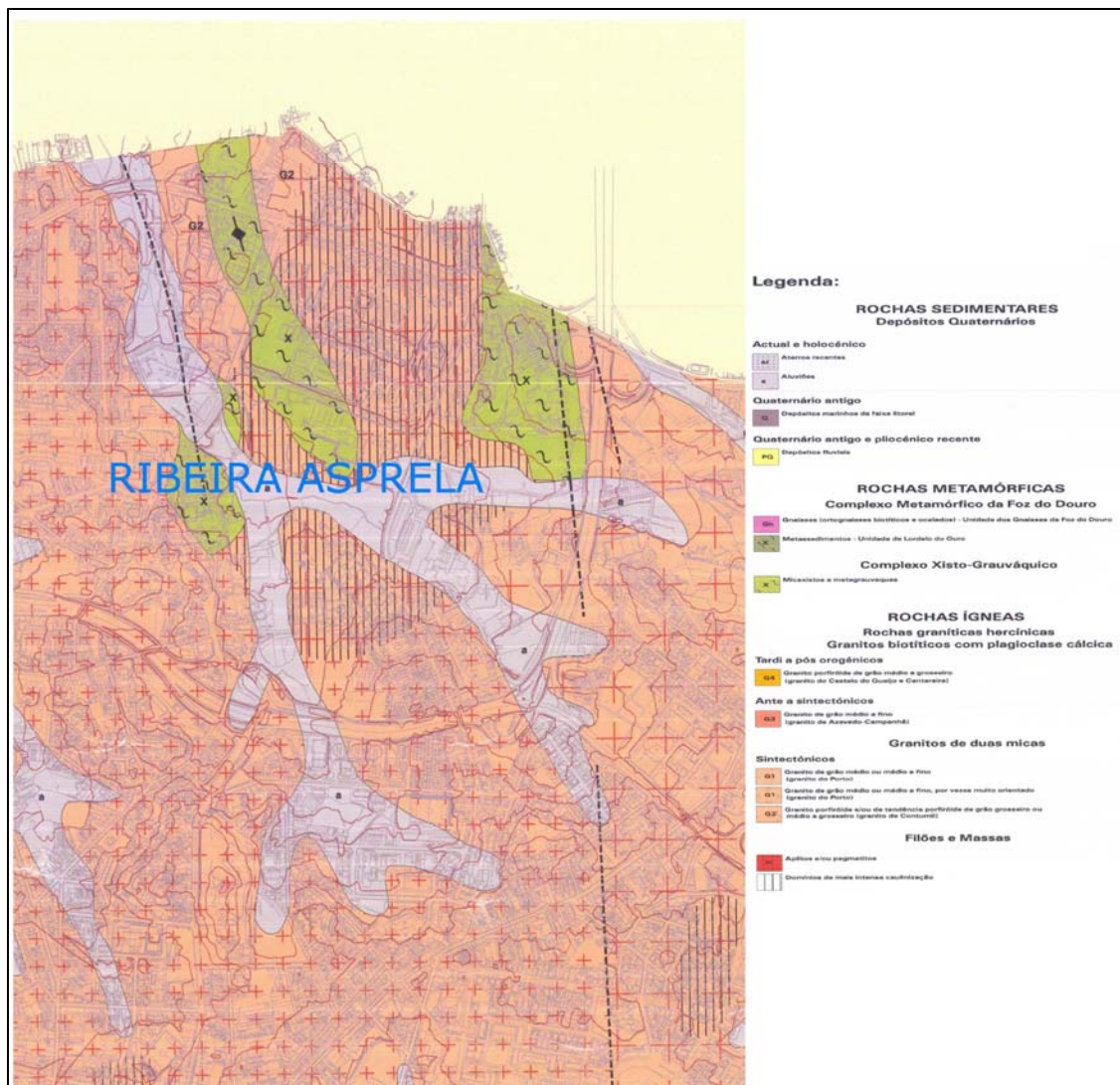


Figura 47: Excerto da carta geológica (esc:1:10000) relativo à ribeira da Asprela

3.4.5. Rio Tinto

A bacia do rio Tinto (Figura 48) é constituída essencialmente a Oeste por granito de grão médio ou médio a fino (G1) o típico granito do Porto e a Este por micaxistos e metagrauvaques (X) muito evidentes nesta zona e foram outrora utilizados na actividade agrícola por serem muito férteis, e esporadicamente granito de grão médio a fino (G3), normalmente chamado por granito de Azevedo-Campanhã, a zona do leito é em aluvião (a). O granito de grão médio a fino aflora em pequenas manchas que ocorrem na zona ocidental da cidade, nomeadamente em Azevedo-Campanhã, onde intruem metassedimentos do complexo Xisto-Grauvaquico ao longo de alinhamentos de orientação NS a N20°W. Trata-se de granitos não profiróides de granularidade média a fina, com uma textura orientada. A observação microscópica permite verificar que esta textura é principalmente materializada pela orientação de pequenos cristais de biotite e oligoclase. O feldspato potássico, que é uma ortoclase, apresenta-se em geral muito alterado. A moscovite ocorre em placas tardias e intimamente associada a um quartzo microgranular. De referir também a ocorrência de granada e rara silimanite. (COBA, 2003)

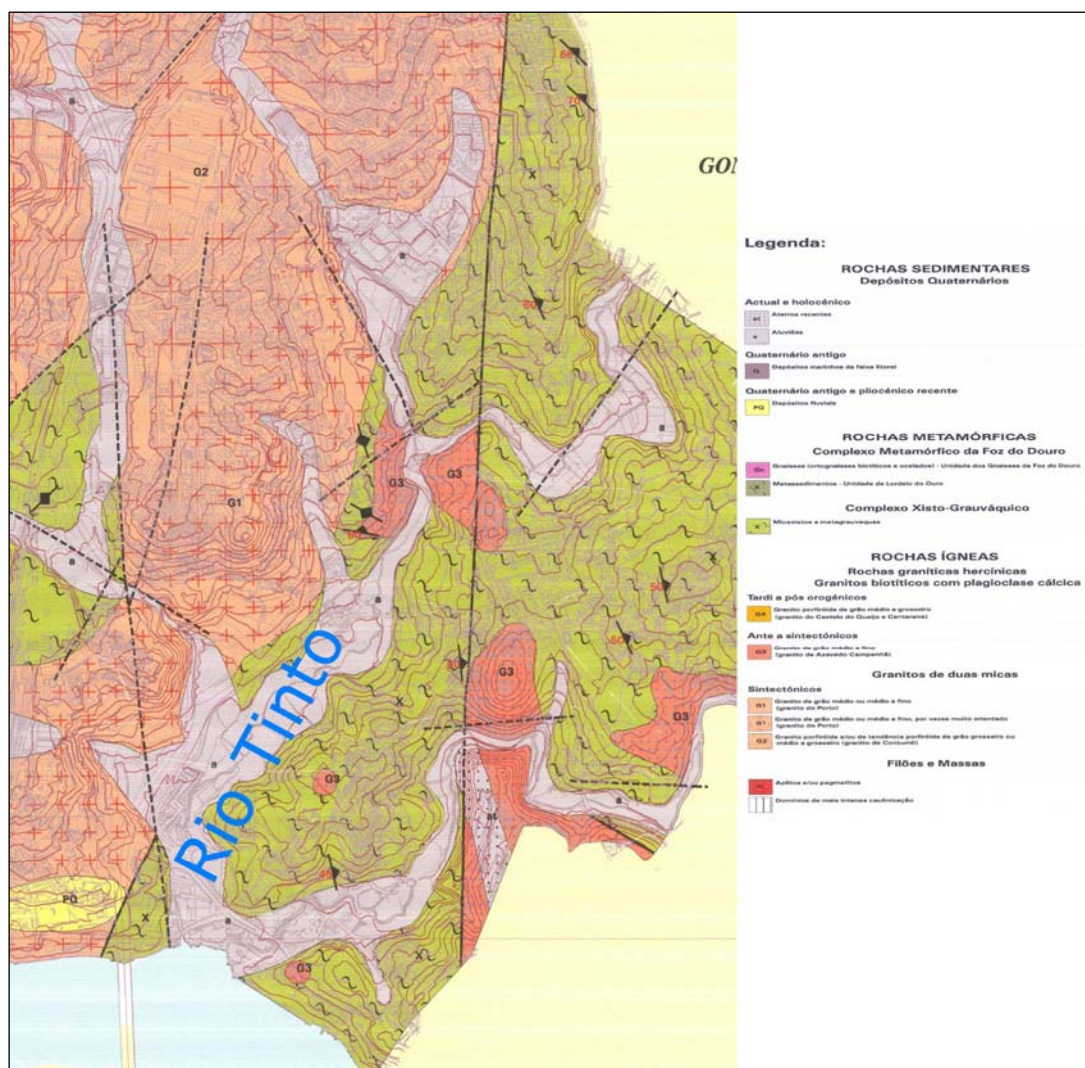


Figura 48: Excerto da carta geológica (esc:1:10000) relativo ao rio Tinto

3.5. Caracterização das condicionantes das bacias das ribeiras

A planta de Condicionantes do Plano Director Municipal – CMP 2005 tem como objectivo evidenciar e antecipar os principais problemas que podem decorrer da ocupação e/ou construção em certas áreas da cidade, permitindo adequar uma utilização compatível com as características de cada zona e servir de apoio à execução de projectos e obras de engenharia civil. No quadro 1 podem ser analisados os

principais tipos de condicionantes e no quadro 2 o resumo das principais características do comportamento em obra das unidades geotécnicas.

O leito das ribeiras de Aldoar e Nevogilde está localizado numa zona de solos com fracas características de resistência e deformabilidade, por vezes associados a níveis freáticos elevados, com espessuras significativas, ao longo da bacia evidência zonas de recarga directa do aquífero. Para NW da foz da ribeira de Aldoar estão presentes fontes de contaminação provavelmente provenientes do Porto de Leixões e a SW zonas de interesse patrimonial do sub-solo a preservar.

No caso da ribeira da Ervilheira esta é formada por zonas de solos com fracas características de resistência e deformabilidade, zonas de recargas directas de aquíferos, fontes de contaminação e na foz da ribeira encontram-se zonas de maior vulnerabilidade à contaminação de aquíferos.

Relativamente à Asprela é idêntica à de Aldoar em termos de condicionantes, o leito é formado por solos com fracas características de resistência e deformabilidade e ao longo da bacia tem zonas de recarga directa de aquíferos, fontes de contaminação e zonas de interesse patrimonial.

O rio Tinto não foge à regra do que é habitual nas ribeiras do Porto estando presente os quatro tipos de condicionantes principais, sendo os mais evidentes as zonas de recarga directa de aquíferos e no leito solos com fracas características de resistência e deformabilidade.

Tipos de Condicionantes	Principais Factores Condicionantes				
	Geotécnicos	Geomorfológicos	Hidrogeológicos	Drenagem de Superfície	Ocupação de Superfície
Zonas de solos com fracas características de resistência e deformabilidade, por vezes associados a níveis freáticos elevados, por vezes com espessuras significativas	Incluem-se nesta classe essencialmente os solos das unidades geotécnicas G2 e G4-C, em particular quando apresentam espessuras significativas.	Corresponde por regra a zonas de relevo suave, associadas quer aos ribeiros da cidade, quer a zonas em que as formações graníticas sofreram intensa alteração.	Os níveis freáticos são normalmente elevados e no caso da unidade G4-C podem existir aquíferos subjacentes com artesianismo.	Na unidade G4-C (devido à sua baixa permeabilidade) o coeficiente de infiltração é reduzido. Na unidade G2 (de maior permeabilidade), a infiltração tende a ser mais elevada ou média a reduzida em função do grau de ocupação e impermeabilização de superfície.	
Zonas de taludes ou encostas instáveis ou potencialmente instáveis	Esta classe interessa basicamente nos maciços rochosos muito fracturados (G5-A, G6, G8-B e G9-A), com orientações de descontinuidades desfavoráveis e que constituam taludes ou encosta.	Corresponde a taludes ou encostas de alguma dimensão que evidenciam fenómenos de instabilidade ou factores desfavoráveis associados a indícios de instabilidade acentuados.	Problemas de instabilidade tendem a agravar quando existe água nos maciços (associada à presença de níveis freáticos, ressurgências localizadas ou caminhos de percolação preferenciais).	A fracturação dos maciços, favorece a infiltração com consequente agravamento dos fenómenos de instabilidade.	Quando em zonas edificadas o risco associado aos fenómenos de instabilidade aumenta.
Zonas de recarga directa de aquíferos	Incluem-se nesta classe as unidades geotécnicas G2, G3, G4-G, G4-X, G5, G8 e G9-A muito fracturado, quando aflorantes.	Corresponde por regra a zonas de relevo muito suave.	A maior permeabilidade das formações superficiais favorece a recarga directa de aquíferos. Corresponde às unidades hidrogeológicas UH1, UH2, UH3 e UH5 quando a sua superfície não se encontra densamente ocupada e impermeabilizada.	A infiltração é elevada. Podendo ser média ou reduzida em função do grau de ocupação e impermeabilização da superfície.	Quanto maior o grau de ocupação e impermeabilização da superfície menor a capacidade de recarga dos aquíferos.
Zonas de formação de maior vulnerabilidade à contaminação de aquíferos	Incluem-se nesta classe as unidades geotécnicas G2 e também G6 e G9 quando fracturados e aflorantes	Corresponde por regra a zonas de relevo suave.	Corresponde a zonas de aquíferos superficiais com recarga directa por infiltração a partir da superfície, pelo que quanto maior a permeabilidade e o coeficiente de infiltração das formações, e menor a profundidade do nível freático, maior é a vulnerabilidade de contaminação dos aquíferos.	A infiltração é elevada o que favorece a vulnerabilidade à contaminação. Pode contudo ser mais baixa em função do grau de ocupação e impermeabilização da superfície.	Quando à superfície ocorrem lixeiras, entulheiras, sucatas ou outras fontes de poluição o risco de contaminação dos aquíferos aumenta.
Zonas de interesse patrimonial do subsolo a preservar	Os afloramentos rochosos que ocorrem na orla marítima entre o Castelo do Queijo e a Foz do Douro, constituem o património geológico de classificado interesse patrimonial.				Corresponde a zonas onde existem afloramentos litológicos ou elementos arqueológicos considerados de interesse científico e patrimonial.

Quadro 1: Principais tipos de condicionantes

Unidades Geotécnicas	Escavações		Aterros		Obras subterrâneas	Comportamento sísmico
	Escavabilidade	Estabilidade de Taludes	Materiais para aterro	Fundações		
G1 (Aterro)	Escavável	Fraco Adopção de inclinações suaves	Muito variável em função da sua constituição	Mau. A evitar	Não se aplica	Eventualmente deficiente. Verificar eventuais amplificações da acção sísmica. $\alpha=0,3$. Terrenos tipo III a II.
G2 (Solos aluvionares e coluvionares)	Escavável. Provável interferência com o nível freático e aluimento de terras	Fraco. Adopção de inclinações suaves a muito suaves. Mascar e esporões.	Não se aplica	Mau. A evitar	Não se aplica	Eventualmente deficiente. Verificar eventuais amplificações da acção sísmica. Despistar problemas de liquefacção $\alpha=0,3$. Terrenos tipo III a II. $\eta=3$ a 2
G3 (Depósitos de praias e de terraços)	Escavável. Provável interferência com o nível freático.	Fraco. Adopção de inclinações suaves.	Muito variável em função da sua constituição.	Fraco. Capacidade de carga reduzida.	Não se aplica	Eventualmente deficiente. Verificar eventuais amplificações da acção sísmica. Despistar problemas de liquefacção $\alpha=0,3$. Terrenos tipo III a II.
G4-G (Solos residuais graníticos medianamente compactos)	Escavável. Provável interferência com o nível freático.	Fraco a razoável. Adopção de inclinações suaves a médias.	Geralmente bom a excelente. Razoável a fraco quando predomina a fracção silto-argilosa.	Fraco. Capacidade de carga reduzida.	Muito fraco	Potencialmente razoável. Verificar eventuais amplificações da acção sísmica. $\alpha=0,3$. Terrenos tipo III a II.
G4-C (Solos residuais graníticos medianamente compactos e intensamente caulinizados)	Escavável. Provável interferência com o nível freático e aluimento de terras.	Fraco. Adopção de inclinações suaves e muito suaves. Máscara e esporões.	Não se aplica	Mau. A evitar	Mau. A evitar	Potencialmente razoável. $\alpha=0,3$. Terrenos tipo II.
G4-X (Solos residuais metamórficos medianamente compactos)	Escavável. Provável interferência com o nível freático.	Fraco a razoável. Adopção de inclinações suaves a médias.	Muito variável em função da sua constituição.	Fraco. Capacidade de carga reduzida.	Muito fraco	Potencialmente razoável. $\alpha=0,3$. Terrenos tipo III a II.
G5-A (Solos residuais metamórficos compactos a muito compactos)	Escavável	Razoável. Adopção de inclinações suaves a médias em função da orientação da xistosidade.	Razoável a bom, podendo apresentar evolução granulométrica e elevada quantidade de finos.	Razoável capacidade de carga intermédia.	Fraco.	Satisfatório. $\alpha=0,3$. Terrenos tipo II a I.
G5-B (Solos residuais metamórficos muito compactos a maciço rochoso de muita fraca qualidade)	Escavável a ripável			Bom.	Razoável é necessário adoptar precauções especiais quanto à drenagem e sustimento imediato.	
G6 (Maciço metamórfico rochoso de fraca a excelente qualidade)	Ripável e uso de explosivos	Razoável a bom. Adopção de inclinações suaves a médias em função da orientação das diaclases.	Bom a razoável. Adequados para construção de solo-enrocamentos ou enrocamentos, podendo apresentar evolução granulométrica.	Bom a excelente	Razoável a bom consoante a orientação das descontinuidades.	Satisfatório. $\alpha=0,3$. Terrenos tipo I.
G8-A 8 (Solos residuais graníticos compactos a muito compactos)	Escavável	Razoável. Adopção de inclinações suaves a médias em função da orientação das diaclases.	Geralmente bom a excelente	Razoável. Capacidade de carga intermédia	Fraco	Satisfatório. $\alpha=0,3$. Terrenos tipo II a I.
G8-B (Solos residuais graníticos muito compactos a maciços rochosos de muita fraca qualidade)	Escavável a ripável			Bom	Razoável. É necessário adoptar precauções especiais quanto a drenagem e sustimento imediato.	
G9-A (Maciço granítico rochoso de fraca razoável qualidade)	Ripável e uso de explosivos	Razoável a bom. Adopção de inclinações suaves a médias em função da orientação das diaclases.	Adequado para a construção de enrocamentos	Bom a excelente	Razoável a bom consoante a orientação das descontinuidades	Satisfatório. $\alpha=0,3$. Terrenos tipo I.
G9-B (Maciço granítico rochoso de boa a excelente qualidade)	Uso de explosivos					

Quadro 2: Principais características do comportamento em obra das unidades geotécnicas

4. Identificação das vulnerabilidades e riscos associados

4.1. Avaliação das vulnerabilidades

4.1.1. Topografia

A cidade do Porto apresenta uma orografia bem acentuada, rasgada por vales que se desenvolvem no sentido Leste – Oeste ou Norte – Sul. Os vales de sentido Leste – Oeste de declive suave, são percorridos por linhas de água pouco extensas e que desaguam no mar (Relatório Técnico - GEO WORKS 2004); é o caso da Ribeira da Ervilheira Nevogilde e Aldoar. Por outro lado os vales de sentido Norte – Sul têm declives acentuados, provocando regimes muitas vezes torrenciais nos ribeiros que os percorrem; destacam-se os Rio Torto e o Rio Tinto sendo a sua foz o Rio Douro e a Ribeira da Asprela com foz no Rio Leça.

Na Ribeira de Aldoar (Anexo 4 mapa 1) as cotas mais significativas são 68m no cruzamento da Rua Martim Moniz com a Rua de Soeiro Mendes e do Jornal de Noticias correspondente ao troço 5 65m no INATEL (troço 2), 45,5m no trecho a céu aberto junto ao Bairro de Aldoar (troço 4), 43m no cruzamento da Av. Da Boavista com a Av. Dr. Antunes Guimarães (troço 2) e 28m no início do Parque da Cidade. Sendo o ponto mais crítico o troço C pela natural diferença de cota com o INATEL, sendo habitual em Invernos rigorosos a existência de risco de cheia, dado que estamos a falar de uma ribeira entubada e que no mesmo colector se junta ao caudal da ribeira águas pluviais e provavelmente algumas águas residuais visto que nem toda a cidade se encontra ligada ao saneamento, fazendo com que o caudal seja superior ao dimensionado a quando o entubamento da ribeira, pelo mesmo motivo outro ponto critico é o início do Parque da Cidade recebendo aqui toda a água (pluvial mais saneamento mais ribeira) proveniente da

zona a montante (Boavista, Vilarinha, Martim Moniz, Bairro de Aldoar e Jornal de Notícias). A partir deste local a inclinação cresce até à zona do Castelo do Queijo onde desagua no mar a uma cota de 3m.

A Ribeira de Nevogilde (Anexo 4 mapa 2) tem a sua origem num terreno parte agrícola parte lameiro cujo proprietário é a Câmara Municipal do Porto situado entre as Ruas pêro de Alenquer, Corte Real e Travessa da Igreja de Nevogilde, sendo as cotas mais significativas 23m no centro do terreno e 18m na Rua do Marechal Saldanha. Além de ser uma linha de água de pequenas dimensões tem um caudal considerável dado que as águas provenientes das ruas a montante da Ribeira juntam-se no terreno formando uma linha de água que no Inverno chega a ter cheias e a causar estragos principalmente nas habitações existentes cujas traseiras ficam voltadas para parte da ribeira a céu aberto e frente para a Rua do Marechal Saldanha, a partir deste ponto a ribeira é canalizada descendo a Rua do Funchal até desaguar na praia à cota 6m (Figura 14). A sua bacia fica localizada entre a bacia da Ribeira de Aldoar e a bacia da Ribeira da Ervilheira.

À semelhança da Ribeira de Nevogilde a Ribeira da Ervilheira (Anexo 4 mapa 3) é um curso de água de expressão reduzida no terreno, mas que se torna importante em termos de drenagem natural das águas pluviais, apresentando o regime torrencial característico das ribeiras Atlântico/Mediterrânicas, com caudais reduzidos no período do Verão e caudais abundantes a torrenciais no período do Inverno. Tem início junto ao campo de jogos da foz à cota 42m a partir da qual a inclinação cresce até à praia de Gondarém onde desagua no mar à cota 1,5m. Na Rua de Corte Real à cota 22m existem problemas de cheias causados pela inclinação do terreno e pelo esmagamento do colector, causando problemas aos moradores (Figura 49), sofrendo estes as consequências de um trabalho mal dimensionado e porventura feito “às pressas”.



Figura 49: Caixa de acesso ao aqueduto e onde acontece o esmagamento do mesmo

No que se refere ao Rio Tinto nasce no lugar de “Montes da Costra” na Freguesia de Ermesinde, Concelho de Valongo a uma cota de 200m, tendo aqui uma inclinação de 3%. O Rio Tinto (Anexo 4 mapa 5) entra na cidade do Porto a Jusante da ETAR de Rio Tinto a uma cota de 33m, com uma inclinação entre 1,1 e 1,5% ao longo de uma extensão aproximada de 3Km.

O Rio Tinto pode ser considerado como um marco fronteiro entre Porto e Gondomar. Devido às suas baixas cotas e inclinação favorável grande parte dos esgotos das habitações circundantes são encaminhados para o Rio, existe também três afluentes cujas suas cabeceiras encontram-se a cotas muito superiores às do Rio, que por sua vez já contam com alguma poluição. Sendo esta linha de água (Rio Tinto) o ultimo afluente terminal da margem direita do Rio Douro e que contribui para a má qualidade de água do Rio Douro.

A Ribeira da Asprela (Anexo 4 mapa 4) é comparável com o Rio Tinto pelo facto de ambas terem a nascente e a Foz em cidades diferentes ou seja, em relação ao Rio Tinto este nasce em Valongo e tem a sua Foz no Porto fazendo a divisão entre Porto e Gondomar a

Ribeira da Asprela por sua vez nasce no Porto e desagua no Rio Leça em Matosinhos demarcando a divisão entre as duas cidades.

Existem três nascentes Principais para a Ribeira da Asprela que se encontram a cotas diferentes; a Ribeira de Paranhos (troço 2) à cota 118m, sendo esta a mais baixa das três, a Ribeira do Outeiro (troço 9) com a cota mais alta 145m e a Ribeira da Areosa situada à cota 127m. As três Ribeiras e mais alguns afluentes juntam-se na cota 104m formando uma única linha de água que entra em Matosinhos aos 95m e estende-se até desaguar no Rio Leça. Pode dizer-se que grande parte da bacia da Asprela encontra-se delimitada por infra-estruturas e que é fundamental em termos de drenagem natural das águas pluviais, sendo óbvio que o leito de água devido à topografia da Ribeira, é também condutor de água com carácter residual. Em locais mais aplanados são visíveis charcos de água que devido à topografia e geologia do terreno não têm por onde circular.

4.1.2. Geologia / Geomorfologia

A bacia da Ribeira de Aldoar (Figura 45) assenta basicamente no granito de grão médio ou médio a fino e no granito de grão médio a grosseiro contendo na zona mais a jusante depósitos marinhos da faixa litoral. O granito de grão médio ou médio a fino é considerado como sendo granito típico do Porto e o seu comportamento é ditado essencialmente pela presença de descontinuidades, nomeadamente em termos de orientação, espaçamento e características geométricas e físicas das próprias descontinuidades. O granito de grão médio a grosseiro pode ser dividido em duas classes, sendo a 1ª classe solos residuais graníticos compactos a muito compactos e a 2ª classe solos residuais graníticos muito compactos a maciço rochoso de muito fraca qualidade, os primeiros constituídos essencialmente por solos residuais

graníticos a muito compactos e maciços decompostos a muito alterado, na segunda classe inclui solos muito compactos a maciços muito alterados a decompostos (W4-5), com descontinuidades próximas a muito próximas (F4-5), relativamente aos valores de RQD raramente passam os 25% de RQD (COBA, 2003). Os depósitos marinhos da faixa litoral trata-se de formações de composição heterogénea, constituída por níveis de seixos e cascalhos intercalados com níveis predominantemente arenosos ou argilosos, são depósitos com espessuras inferiores a 4 m, estando por regra o seu topo à superfície ou próximo desta, o nível freático quando detectado nestas formações ocorre por regra próximo da sua base.

Relativamente ao leito da ribeira é composto por aterros recente e aluviões estando estes completamente tapados dado que a ribeira é quase na sua totalidade entubada, caso isto não se verifica-se e devido à qualidade dos solos existentes na envolvente do traçado da Ribeira estaríamos na presença de taludes com fraca estabilidade nas zonas dos depósitos marinhos e dos aluviões e taludes com razoável a boa estabilidade na zona dos granitos.

Relativamente à geomorfologia a bacia da ribeira tem início a ocidente junto à cota do mar e sobe até cerca de 35m, surgindo o terraço marinho da foz do Douro, sendo esta condicionada por um alinhamento de fracturas NNW-SSE e NNE-SSW. Como estamos perante uma zona muito baixa relativamente ao mar os taludes dos dois pequenos trechos a céu aberto são quase inexistentes (Figura 50 e 51), sendo difícil detecta-los devido à forte vegetação existente não havendo assim queda de blocos em maciços rochosos nem escorregamento associados essencialmente a maciços decompostos e muito alterados.



Figura 50: Talude no Troço 4



Figura 51: Talude no Troço 2

No que diz respeito à bacia da ribeira de Nevogilde esta assenta basicamente nos gnaisses (Unidade de Gnaisses da Foz do Douro) e nos depósitos marinhos da faixa litoral (Quaternário Antigo) (Figura 46). Os gnaisses estão associados ao Complexo de Rochas Metamórficas da Foz e contém frequentemente intercalações graníticas, apresentando uma boa heterogeneidade de composição devendo-se às diferentes litologias que interessam neste complexo, estes tipos de solo localizam-se desde a superfície até aos 10m de profundidade e o nível freático quando existe está na maior parte das vezes associado à base da camada, sendo isto facilmente visível nesta ribeira dado que se encontra a céu aberto e os taludes são relativamente baixos e em certos locais nem existem. Os depósitos marinhos da faixa litoral tal como foi dito anteriormente na Ribeira de Aldoar, trata-se de formações de composição heterogénea constituídas por níveis de seixos e cascalho intercalados com níveis predominantemente arenosos ou argilosos e o nível freático quando detectado neste tipo de formações ocorre por regra próximo da sua base.

Devido às características dos solos mais predominantes na bacia da Ribeira de Nevogilde detecta-se facilmente o nível da água à superfície sendo esta aproveitada para os campos de cultivo que existe junto à linha de água (Figura 52) tornando-a numa zona fértil, mas com o inconveniente de nos períodos de maior pluviosidade estes mesmos

campos de cultivos ficarem parcial ou totalmente alagados devido ao baixo relevo que se faz sentir e por consequência, os poucos taludes existentes (Figura 53) tem fraca estabilidade e inclinações suaves dado que são formados por solos com fracas características de resistência e deformabilidade.



Figura 52: Captação de água da ribeira



Figura 53: Representação dos taludes

À semelhança da Ribeira de Nevogilde a Ribeira da Ervilheira assenta basicamente nos mesmos tipos de solo (Figura 46) que a anterior ou seja os depósitos marinhos da faixa litoral e os depósitos fluviais, os gnaisses (Unidade de Gnaiss da Foz do Douro) e o material que constitui o leito é os Aluviões em ambas as linhas de água. Esta linha de água é maior do que a anterior mas como passa mais no interior da malha urbana a sua parte canalizada é também maior, o trecho a céu aberto fica localizado numa zona de cultivo (Figura 54), onde também ocorrem problemas de inundações principalmente no Inverno, causadas pelas más qualidades dos terrenos com fracas características de resistência e deformabilidade e por conseguinte os taludes existentes de pequena altura também tem fraca estabilidade, estamos numa zona de pequena inclinação que vai desde 1,5m na praia até os 45m na zona do campo da Foz, esta é uma zona de recarga

directa de aquíferos ou seja a maior permeabilidade das formações superficiais favorece a recarga directa dos aquíferos, a infiltração é elevada podendo ser média ou reduzida em função do grau de ocupação e impermeabilização da superfície.



Figura 54: Representação de um trecho a céu aberto

Na Bacia da Ribeira da Asprela (Figura 47) é visível um cruzamento entre o granito de grão médio ou médio a fino (Granito do Porto) com o granito porfiróide e/ou de tendência porfiróide de grão grosseiro ou médio a grosseiro (Granito de Contumil). O granito de grão médio ou médio a fino como já foi dito anteriormente aquando a descrição da Bacia da Ribeira de Aldoar é considerado como sendo granito típico do Porto e o seu comportamento é ditado essencialmente pela presença de descontinuidades, nomeadamente em termos de orientação, espaçamento e características geométricas e físicas das próprias descontinuidades, o granito porfiróide ou seja o típico granito de Contumil como é vulgarmente conhecido tem uma espessura muito variável podendo passar rapidamente dos poucos metros até cerca de 20m de profundidade, dependendo nomeadamente do espaçamento e abertura das diáclases e da percolação da água através das descontinuidades que favorecem os processos de alteração e

meteorização, nestes tipo de solo é comum a ocorrência de níveis freáticos associados.

Existem ainda algumas incrustações de micaxistos e metagrauvaques, pertencentes ao grupo das rochas metamórficas que por regra ocorrem desde medianamente alterados a são, incluindo ainda alguns trechos de maciços decompostos ou muito alterados. O leito da ribeira é constituído por aluviões facto comum nas ribeiras do Porto.

Dado o tipo de terreno que envolve a bacia da Ribeira da Asprela podemos concluir que estamos numa zona de formação de maior vulnerabilidade à contaminação de aquíferos, dado que corresponde a zonas de aquíferos superficiais com recarga directa por infiltração a partir da superfície, pelo que quanto maior a permeabilidade e o coeficiente de infiltração das formações, e menor a profundidade do nível freático, maior é a vulnerabilidade de contaminação dos aquíferos. Estamos a falar de uma zona de relevo suave em que a sua nascente mais elevada está localizada aos 145m e a sua descarga para Matosinhos encontra-se aos 95m, pelo que existem poucos taludes a delimitarem a traçado da linha de água, mas os que existem tem uma boa a razoável estabilidade em que são adoptadas inclinações suaves a médias em função das diáclases.

A Bacia do Rio Tinto (Figura 48) é caracterizada basicamente por duas formações: à esquerda é constituída por granito de grão médio ou médio a fino (Granito do Porto) e à direita é formada por micaxistos e metagrauvaques. Pode dizer-se que os complexos litológicos desta bacia são muito parecidos com os da Ribeira da Asprela. O granito do Porto como já foi dito anteriormente apresenta um comportamento ditado essencialmente pela presença de descontinuidades, nomeadamente em termos de orientação, espaçamento e características geométricas e físicas das próprias descontinuidades, a ocorrência de granito de melhor qualidade dá-se a profundidades muito

variáveis que podem ir desde a superfície até várias dezenas de metros, neste tipo de formações o nível freático ocorre sempre associado ao seu topo. Os micaxistos e metagrauwaques, pertencentes ao grupo das rochas metamórficas ocorrem desde medianamente alterados a são, incluindo ainda alguns trechos de maciços decompostos ou muito alterados. O comportamento geotécnico desta unidade é condicionado essencialmente pela presença de descontinuidades, sendo o seu espaçamento, orientação, abertura e características das suas superfícies os factores que mais o condicionam, estes maciços ocorrem, por regra, a partir de um intervalo de profundidades que varia desde a proximidade da superfície até aos 6m de profundidade.

Nesta Bacia estamos perante uma zona de formação de maior vulnerabilidade à contaminação de aquíferos, dado que corresponde a zonas de aquíferos superficiais com recarga directa por infiltração a partir da superfície, pelo que quanto maior a permeabilidade e o coeficiente de infiltração das formações, e menor a profundidade do nível freático, maior é a vulnerabilidade de contaminação dos aquíferos, em termos de drenagem de superfície a infiltração é elevada o que favorece a vulnerabilidade à contaminação. Esta é uma zona de relevo suave dado que o Rio Tinto entra no Porto à cota 33m e tem a sua foz no Rio Douro.

4.1.3. Revestimento do solo

Em todos os casos estudados verificamos um mau aproveitamento e mesmo desprezo pelo uso do solo, ou seja junto às linhas de água que se encontram a céu aberto podemos encontrar vegetação intensa sem nenhum critério de controlo, lixo de todo o tipo desde sucatas até roupas velhas, o que impossibilita os acessos à faixa "tampão" de protecção (buffer zones) (normalmente de 10m). Devido à má

organização urbanística que se fez sentir nos últimos anos fez com que nos terrenos envolventes às linhas de água ocorresse uma forte expansão habitacional eliminando para tal grande parte das árvores e arbustos marginais existentes, tornando propícia a criação de plantas de água tais como juncos e canaviais, o aumento da malha urbana arrastou consigo maiores descargas residuais para os rios e ribeiras existentes nas proximidades, verificando-se assim vulnerabilidades ao nível ambiental e ecológico.

No caso da Ribeira de Aldoar que contém apenas dois pequenos trechos a céu aberto nota-se desinteresse por parte da população residente pelo facto de se encontrar um amontoado de lixo e silvas tornando-se difícil o acesso à ribeira, de lamentar ainda que um dos trechos se localiza em plena Avenida da Boavista num talhão de terreno que provavelmente tem dono e que no futuro irá dar lugar a um prédio ou habitação como aconteceu nos terrenos vizinhos estando de momento completamente escondida pela vegetação, o restante traçado da Ribeira é canalizado e uma grande parte deste passa no interior do Parque da Cidade, seria agradável que no Parque da Cidade a ribeira pudesse passar a céu aberto mas na realidade neste momento é impossível pelo facto de que existe muitas ligações clandestinas das águas residuais, sendo o seu destino o curso de água mais propriamente a ribeira de Aldoar.

Na Ribeira de Nevogilde e da Ervilheira o mesmo se passa, embora estas contenham maior área a céu aberto, mas em ambos os casos as margens são aproveitadas para cultivo o que não impede o mau estado em que se encontram o leito e os taludes; salientando-se o facto de na maior parte dos campos de cultivo existentes nas zonas envolventes os lavradores alteram o curso natural das mesmas para seu próprio proveito (Figura 55), com a finalidade de regarem as suas culturas. Em todo o percurso das duas ribeiras não foram encontrados

indícios de vida piscícola provavelmente pelo elevado estado degradativo dos cursos de água em questão.



Figura 55: Tubagem existente na Ribeira da Ervilheira

A ribeira da Asprela tem uma grande dimensão com várias nascentes espalhadas como já foi referido, neste caso quanto maior a ribeira maior é a poluição e o impacto ambiental, pelos mesmos motivos referidos anteriormente nas outras ribeiras ou seja encontra-se amontoados de lixo no leito e nas margens, vegetação inadequada que cresceu à revelia (silvas, Juncos e canaviais) sem nenhum controlo. Infelizmente também podemos encontrar desvios de águas residuais para a linha de água. Nesta ribeira foi efectuada uma obra de requalificação do traçado entre a Rua Dr. Roberto Frias e a actual Linha Amarela do Metro no âmbito da execução da linha do metro na zona (Figura 56).



Figura 56: Estado actual da Ribeira nas proximidades da Rua Dr. Roberto Frias

O Rio Tinto é onde se nota mais o impacto ambiental e ecológico causado pelo completo abandono da sua área envolvente (Figuras 57 e 58), é notório crescimento sem controlo das espécies vegetais existentes na zona, o lixo acumulado, o desinteresse por parte da população que por sua vez contribui para a poluição, assim como o desinteresse das entidades competentes para melhorar a situação actual. É um rio que tem pouca acessibilidade, apenas é visível com maior facilidade na sua foz e em alguns pontos ao longo do seu trajecto, o que faz com que ele não caia no esquecimento é o cheiro que se faz sentir principalmente junto às ETAR's que nele fazem as descargas e junto à foz das ribeiras que nele desaguam, como é o caso da Ribeira da Lomba, da Ribeira de Vila Meã e da Ribeira de Cartes. Ao longo do seu leito existem locais que deveriam ser aproveitados para espaços de lazer e para os quais existe alguns projectos mas é um assunto que vai sendo adiado, embora a Empresa Águas do Porto tanto neste rio como nas outras ribeiras estudadas tem efectuado algum trabalho no que diz respeito à tentativa de despoluir as linhas de água, tentando junto da população residente efectuar as ligações de águas residuais ao colector de saneamento, tem também efectuado alguma limpeza em alguns afluentes dos rio e ribeiras.



Figura 57 e 58: Demonstra o abandono das margens do rio e descargas clandestinas

4.1.4. Análise de erosão e acresção

Antes da intervenção do homem, as ribeiras encontravam-se em geral acompanhadas, ao longo do seu percurso, por árvores e arbustos cujo intrincado sistema reticular constituía uma óptima estrutura estabilizadora das margens, ao envolver e penetrar em profundidade em todo o solo do leito. A erosão e a sedimentação encontravam-se em equilíbrio neste sistema pouco ou nada tocado pelo homem.

As primeiras intervenções do homem no sistema natural das ribeiras ocorreram com a instalação de moinhos, formação de represas de água para rega e produção de energia motriz e o abate da vegetação marginal, iniciando-se assim os problemas em relação ao equilíbrio existente entre a erosão e acresção. A introdução do sistema de drenagem dos esgotos domésticos, teve enormes vantagens para a higiene no interior dos aglomerados urbanos, mas as ribeiras passaram a ser invariavelmente o elemento receptor destes efluentes líquidos, provenientes não só das habitações mas também de unidades industriais, hospitais, etc.

Os aglomerados urbanos impermeabilizaram grandes extensões de solos que anteriormente permitiam a infiltração das águas das chuvas, conduzindo a maiores e mais rápido escoamento superficial da água, aumentando muito o caudal de ponta das ribeiras. Para além disso os aglomerados cresceram e ocuparam solos demasiado próximos de zonas inundáveis.

Graças ao grande desenvolvimento a maior parte das árvores e arbustos marginais que preveniam a proliferação das plantas de água tais como os juncos e canaviais foram eliminados, facilitando assim o aumento das plantas de água que por sua vez dificultam o livre escoamento das águas, também o acumulado de lixo nas margens dos rios e ribeiras dificulta e altera o percurso natural das linhas de água, assim como a possibilidade de encontrar nos leitos dos rios e ribeiras

materiais de várias espécies desde pedras soltas, sucatas, borrachas, roupas, etc. Como exemplo mais evidente temos o Rio Tinto e a Ribeira da Asprela, como podemos ver nas figuras 59 e 60 em ambos os casos temos abundância de vegetação pouco desejável e lixo assim como leitos pouco regulares. No caso da Ribeira da Ervilheira e da Ribeira de Nevogilde, não existe tanta a influência das plantas de água dado que a maior parte ou podemos dizer a totalidade dos trechos das ribeiras que se encontram a céu aberto na envolvente das suas margens existem campos de cultivo que por sua vez eliminam a proliferação das ditas plantas.

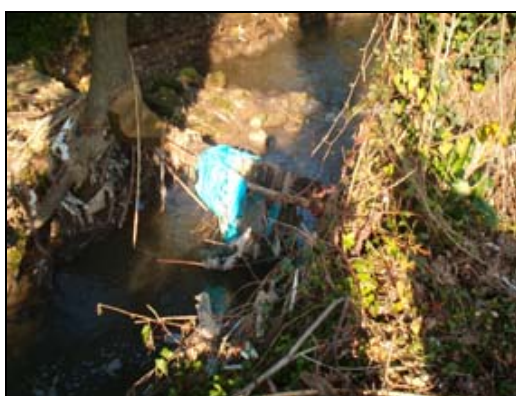


Figura 59: Leito do Rio Tinto



Figura 60: Leito da Ribeira da Asprela

Pelos motivos descritos e adicionando-lhe o aumento de caudal nos dias de maior pluviosidade, o que corresponde a uma maior velocidade da água e pelo facto dos leitos não estarem devidamente regularizados os troços mais sinuosos serão dizimados arrastando consigo muros, taludes e tudo mais que lhe possa causar obstáculo, facto que é habitual acontecer no Rio Tinto (Figura 61) no período de Inverno estando aqui presente a vulnerabilidade à erosão e à acresção ou seja verifica-se o fenómeno de erosão quando o material é arrastado da sua origem e acresção quando o material fica acumulado noutro local.

Nos terrenos mais aplanados como é o caso das Ribeiras de Nevogilde, Ervilheira e Asprela, neste mesmo período os terrenos serão completamente alagados causando inundações nas habitações vizinhas e vários tipos de estragos, verificando-se também aqui problemas de erosão e acresção.



Figura 61: Queda de muro na margem do Rio Tinto

4.1.5. Ocorrência de cheias

Com base na Planta de Condicionantes do Plano Director Municipal – CMP 2005 e nos inquéritos feitos à população (Anexo 3) pode-se facilmente identificar quais as zonas da cidade que são mais vulneráveis à ocorrência de cheias e assim construir um mapa que mostra as áreas de cheia em cada ribeira estudada apresentado no anexo 5. Uma análise que se observa imediatamente é que quase 60% da cidade tem uma capacidade de infiltração extremamente reduzida. Esta impermeabilização é provocada essencialmente pela presença de edifícios e de vias de circulação rodoviária. Trata-se de algo preocupante, pois quanto maior for a área impermeável, maior será a probabilidade de ocorrência de cheias. A mancha de áreas impermeabilizadas é bastante uniforme na cidade, exceptuando as freguesias de Campanhã e de Nevogilde. Em ambos os casos é

justificado pela presença de linhas de água e/ou espaços verdes. A Ribeira da Granja, em Ramalde e a Ribeira da Asprela, em Paranhos, justificam a maior capacidade de infiltração de grande parte das áreas envolventes. Em Campanhã junto ao Rio Tinto e Torto, em Nevogilde Junto à Ribeira com o mesmo nome e na Ribeira da Ervilheira verificam-se os casos mais problemáticos, por serem áreas de cheia. É de referir que grande parte dos cursos de água da cidade, ou partes dos mesmos, se encontram canalizados.

O facto dos cursos de água estarem confinados a uma rede canalizada, leva a que, por exemplo, no caso de existir grande quantidade de precipitação ou presença de obstáculos que impeçam a correcta circulação de água, esta (rede) possa encher, e ao entrar ainda mais água, esta acabe por rebentar, causando danos à superfície.

Os rios Torto e Tinto, a Ribeira de Nevogilde e a Ribeira da Ervilheira acabam por ser os principais causadores de cheias das vias que se localizam junto ao seu percurso não canalizado. Como tal, e por se encontrarem a céu aberto a probabilidade de ocorrência de cheias, acaba por ser maior. (Carta Municipal de Vulnerabilidade Ambiental do Porto – CMVAP 2006).

4.1.6. Qualidade da água

Para a definição das áreas vulneráveis pode-se classificar as formações geológicas em permeáveis, semi-permeáveis e impermeáveis, de acordo com uma análise das unidades hidrogeológicas da Carta Geotécnica (COBA, 2003), que resultou na definição de três níveis de vulnerabilidade:

Elevada – associada a formações permeáveis;

Média – associada a formações permeáveis a semi-permeáveis;

Reduzida – associada a formações semi-permeáveis a impermeáveis.

Os agentes que são responsáveis pela contaminação, podem ser identificados como sendo sucatas, entulheiras aterradas, cemitérios, depósitos de lixo misto aterrado, unidades industriais, oficinas, postos de abastecimento de combustível e focos poluidores de cursos de água. Fazendo o cruzamento do elemento vulnerável com o elemento agressor obtém-se o local de maior risco de contaminação, este cruzamento pode ser observado na Carta de Vulnerabilidade do Solo e do Meio Hídrico – CMVAP 2006. Podemos afirmar que a situação mais grave ocorrerá quando a um local de vulnerabilidade elevada estiver associados agentes agressores atrás mencionados. As áreas mais problemáticas estão maioritariamente associadas a linhas de água e suas envolventes o que demonstra claramente o porquê do estado da água dos cursos de água da cidade do Porto.

O percurso da ribeira da Asprela (Paranhos) está “minada” por alguns focos poluidores, duas oficinas, duas unidades industriais, uma sucata localizam-se sobre formações de vulnerabilidade elevada.

Na freguesia de Campanhã diversos focos poluidores, algumas sucatas e unidades industriais estão localizados sobre zonas de Vulnerabilidade Elevada, o que implica grande risco para o solo e para os Rios Tinto e Torto que se encontram já bastante poluídos, não necessitando de poluição adicional que possa advir destes agentes agressores.

Situações pontuais encontram-se na Foz do Douro onde uma oficina ilegal está sobre formações com vulnerabilidade elevada em Nevogilde. Por contraposto às condições de risco anteriormente referidas, encontram-se várias unidades industriais, postos de abastecimento de combustível e oficinas “ilegais” sobre zonas de vulnerabilidade reduzida o que se adequa à situação ideal que seria, na impossibilidade de eliminação do agente agressor, a localização dos mesmos em locais cuja contaminação seja mais fácil de controlar (Carta Municipal de Vulnerabilidade Ambiental do Porto – CMVAP 2006).

Nas cinco ribeiras estudadas foram efectuadas recolhas de água para análise, obtendo-se os valores apresentados no quadro 3:

Local	Caudal (l/s)	Coliformes Fecais (Nº/100ml)
Rib. Aldoar	135	8.3×10^5
Rib. Nevogilde	3.5	3.5×10^4
Rib. Ervilheira	18	8.6×10^5
Rib. Asprela	172	1.7×10^7
Rio Tinto	1673	2.9×10^6

Quadro 3: Resultado das análises

Com os valores obtidos nas análises efectuadas podemos equiparar as ribeiras ao colector de saneamento à entrada de uma ETAR dado que pelo regulamento interno da Empresa Águas do Porto o valor máximo admissível para esgoto relativamente aos coliformes é de 2×10^3 . Estes valores devem-se ao facto das ribeiras estarem praticamente abandonadas sem cuidados por parte das instituições responsáveis e muitas vezes pela população, é de lamentar que ainda exista a ideia de que “a solução para a poluição é a diluição” por este motivo se verifica ao longo das ribeiras várias descargas de todo o tipo.

Contudo a ribeira mais poluída é a da Asprela e a menos poluída é a de Nevogilde, tendo como base os valores existentes, o aspecto visual e o cheiro que se faz sentir em cada uma delas.

4.2. Parâmetros de risco

Os valores culturais representam o testemunho físico das estruturas de aproveitamento dos recursos e convivência com os sistemas fluviais, como sistemas tradicionais de captação de água para rega, produção de energia, como as azenhas e moinhos, abastecimento,

protecção contra cheias, e outros, integráveis no conceito de património histórico e paisagístico associado aos rios. (Dias e Galhano 1986, Galhano 1978, Quintela et al. 1986 in Saraiva, M.G.).

Os valores estéticos, cénicos e emocionais associados aos rios e paisagens fluviais constituem uma outra face desta problemática, de difícil avaliação mas de inegável significado. A presença de água na paisagem constitui um factor de apreciação generalizada pelo público. As atitudes pessoais e colectivas das populações face à paisagem em geral, ou à água, aos rios ou outros seus componentes, representam valores, crenças e significados adquiridos através de processos de percepção e envolvimento sócio-cultural, dando origem a diferentes padrões (Saraiva 1993).

4.2.1. Riscos Humanos

A ideia de risco tem acompanhado desde sempre o homem. No princípio, os riscos eram exclusivamente naturais; a pouco e pouco, além desses apareceram outros como consequência das suas próprias actividades, tendo ou não componente natural.

Os riscos humanos estão relacionados com os fenómenos de erosão e acresção, descrito no Cap. 4.1.4 pelo facto destes poderem por em perigo a vida humana, principalmente daquelas pessoas que habitam ou passam frequentemente junto dos locais de maior risco como é o caso das margens do Rio Tinto e das outras ribeiras aqui estudadas, onde podem ocorrer derrocadas, aluimentos e movimentos de terras, afectando assim as habitações existentes, vias de comunicação e a economia, estes acidentes acontecem normalmente pelo facto de não existir limpeza dos leitos nem respeito pela faixa “tampão” de protecção (buffer zones), que é obrigatória. A ocupação humana nas áreas ribeirinhas tem-se reflectido no agravamento dos

danos provocados por cheias, que mesmo em bacias regularizadas, continuam a ocorrer e a provocar extensas inundações, com prejuízos muito avultados.

Outro perigo eminente ao qual a população está sujeita, deve-se ao elevado grau de poluição encontrado nas linhas de água estudadas, sendo este factor comprovado com análises efectuadas. Neste caso podemos afirmar que as características físicas, químicas e/ou biológicas das linhas de água se encontram alteradas, pela acção do homem, de tal modo que a sua utilização fica muitas vezes inviabilizada.

Os efluentes industriais e domésticos são responsáveis por uma elevada carga poluente nos cursos de água, constituindo igualmente uma ameaça à qualidade das águas subterrâneas face às trocas existentes entre águas subterrâneas /águas superficiais. As suas cargas orgânicas bem como as grandes quantidades de agentes microbiológicos bactérias e vírus descarregados com as águas residuais constituem uma ameaça para a saúde.

Em muitos casos, para além do efeito tóxico imediato ou cancerígeno de alguns poluentes, existe o perigo de bioacumulação nos organismos com consequências em toda a cadeia alimentar. São exemplo disso alguns metais pesados, entre eles o mercúrio. Também nos efluentes industriais as fossas de baixa qualidade constituem o meio mais importante de poluição das águas subterrâneas, que continuam a ser consumidas pela população, não sabendo a sua qualidade ingerem-na em quantidade provocando assim doenças graves. Após a verificação e o estudo dos elementos recolhidos, os principais riscos com consequências para a qualidade de vida das pessoas são:

- Ausência de protecção das margens ribeirinhas;
- Presença de infestantes;
- Presença de espécies de mamíferos associados a níveis de poluição elevados (por exemplo, ratazanas – *rattus sp*);

- Impacte visual do aspecto da água e das margens;
- Presença de odores nauseabundos;
- Perda da sua função por parte da população como espaço de lazer e de usufruto;
- Deposição de entulho;
- Degradação da paisagem;
- Disfunções de actividades humanas;
- Falta de sensibilidade ecológica/cívica por parte das pessoas que vivem nas proximidades da linha de água. Principalmente o Rio Tinto, a Ribeira de Aldoar e a Ribeira da Asprela são tratados pelos residentes da bacia hidrográfica, como vazadouro de entulho e de resíduos domésticos.

4.2.2. Riscos económicos

A história da relação do Homem com os sistemas fluviais encontra-se repleta de exemplos em que são demonstrados os riscos económicos, que causam uma sensação de instabilidade. A esta sensação alguns autores (Burby, 2000), chamam-lhe de falta de segurança, que pode ter dois tipos de consequências. Por um lado, o crescimento sócio-urbanístico excessivo e desregulado das áreas contíguas às linhas de água (como é o caso das Ribeiras de Nevogilde, Ervilheira e Rio Tinto) e, por outro, o défice de investimento na preparação para a emergência.

Como é sabido, a exposição ao risco, nomeadamente ao risco económico, varia no espaço e no tempo. O termo “exposição ao risco” é, nalgumas abordagens, sinónimo de vulnerabilidade, um conceito utilizado por ciências várias e, por isso, polissémico. No quadro das ciências sociais, vulnerabilidade é globalmente perspectivada como

reflectindo a capacidade de uma sociedade para antecipar, resistir e recuperar, a curto e longo prazo, de uma situação de desastre (Blaikie et al., 1994).

Um dos principais factores que pode dar origem a grandes estragos económicos é a vulnerabilidade à erosão e acresção a que as linhas de água estão sujeitas, principalmente aquelas que tem uma grande extensão a céu aberto como foi explicado no Cap. 4.1.4.. Das situações estudadas o Rio Tinto e as Ribeiras de Nevogilde e da Ervilheira são as que mais sofrem com o fenómeno da erosão e acresção dado que na envolvente dos locais onde elas passam a céu aberto os moradores aproveitam as terras para cultivo e nas épocas de cheia todo o investimento “vai por água abaixo”, como prova o inquérito que fizemos à população apresentado no anexo 3 . Também nestas zonas as juntas de freguesia em que estão inseridas tiveram várias reclamações por parte dos residentes devido a estragos causados nas habitações, provocados pelas linhas de água. Já no que diz respeito à Ribeira da Asprela é mais modesta dado que apenas existe algum risco na zona do Pólo Universitário onde passa a céu aberto, causando alguns problemas, no que diz respeito a inundações nas vias de comunicação circundantes.

Referindo agora as águas residuais domésticas existentes nas linhas de água é a Câmara e presentemente as Águas do Porto, E.M. que têm importantes competências neste sentido, dado que lhes cabe a responsabilidade de intervir no sentido de evitar que as descargas de águas residuais, com características industriais, oriundas de pequenos produtores no perímetro urbano (oficinas, restaurantes, lavagens de automóveis, etc.) descarreguem para as linhas de água. Após a identificação e o estudo dos elementos recolhidos, os principais riscos económicos verificados são:

- Inúmeros locais com erosão excessiva;
- Ocorrência de assoreamentos;
- Impermeabilização do solo;

- Presença de infra-estruturas
 - Habitações familiares e industriais localizadas no leito de cheia e no domínio público hídrico;
 - Travessias com problemas de segurança e de escoamento;
 - Pontes degradadas;
 - Património histórico;
 - Vias de comunicação (estradas).

4.2.3. Riscos ambientais/cheias

O leito e as margens das linhas de água são locais muito importantes para a qualidade do sistema natural. Quando não degradadas ou poluídas, as linhas de água oferecem espaços de vida importantes para uma grande diversidade de animais e plantas. As estatísticas sobre a incidência de desastres induzidos por fenómenos naturais extremos no mundo contemporâneo revelam a tendência para a preponderância de fenómenos de origem hidroclimática, como sejam as cheias e tempestades (Munich-Re, 2005). Segundo a Organização Meteorológica Mundial, os desastres provocados por cheias têm vindo a aumentar, como consequência, principalmente, do incremento da expansão urbana em planícies aluviais. Os fenómenos naturais extremos não se traduzem necessariamente em risco para os indivíduos e sistemas sociais. Só o são quando a sua manifestação ameaça a normalidade de uma qualquer colectividade ou dos recursos que valoriza. Por outro lado, as sociedades podem, pela sua acção no território, interferir na magnitude do risco e nos seus impactes. Com efeito, é da interacção entre, por um lado, o ambiente biofísico e, por outro, as estruturas sociais, processos sócio-culturais e quadros de acção humana que os riscos emergem (ou não) e se manifestam (ou

não) enquanto desastre. As cheias e as inundações são processos que ocorrem na natureza mas que conjugadas com a ocupação indevida do território (sem respeito pelas capacidades permeáveis do solo, linhas de drenagem natural e criação de largas áreas impermeáveis; como se verifica nas linhas de água estudadas neste trabalho) podem produzir as piores catástrofes com percas de vidas humanas e bens materiais.

Relativamente às linhas de água estudadas podemos verificar com o auxílio da Carta da Vulnerabilidade do Solo e do Meio Hídrico – CMVAP 2006 que nas zonas envolventes das ribeiras existe agentes agressores, como é o caso das indústrias que são as responsáveis por grande parte da poluição existente. As águas utilizadas nos processos industriais e posteriormente descarregadas nas linhas de água são contaminadas com os mais diversos produtos químicos perigosos, integram cargas poluentes elevadas que o meio receptor dificilmente é capaz de depurar. As águas de lavagem de equipamentos industriais e as águas de arrefecimento, descarregadas em grandes volumes e a temperaturas mais elevadas que o meio receptor, podem levar à modificação profunda das condições ecológicas dos cursos de água. Os principais riscos ambientais identificados nas quatro ribeiras e no rio são:

- Existência de um número significativo de descargas de efluentes não tratados, com origem desconhecida, principalmente na Ribeira de Aldoar e no Rio Tinto;
- Existência de um elevado número de residências e de aglomerados populacionais que não dispõem de infraestruturas de saneamento básico, ou que, segundo indicação local, dispondo destas infraestruturas, drenam directamente para a linha de água que passa mais próximo sem qualquer tratamento prévio;
- Ocupação das margens até ao limite do escoamento por campos agrícolas;

- Existência de um elevado número de áreas junto às margens, utilizadas como depósito de lixo e entulho, no caso da ribeira ser canalizada o próprio aqueduto encontra-se sujo e em mau estado de conservação;
- Existência de descargas de águas quentes e com elevado nível de ferro, principalmente na zona adjacente à ETAR do Freixo;
- Existência de afluentes que necessitam de reabilitação e controlo das águas por estes transportadas.

Devido a estes inconvenientes as linhas de água estão actualmente impróprias para qualquer actividade de lazer que se queira praticar junto às suas margens e que em tempos eram muito frequentes como por exemplo a pesca (não existe vida piscícola), as crianças a brincar na água (água encontra-se totalmente poluída mais parecendo esgoto), fazer um piquenique nas margens (impossível devido ao cheiro e ao estado da vegetação), pode-se concluir que as linhas de água do Porto necessitam urgentemente de tratamento, conservação e respeito por parte de todos.

4.2.4. Riscos patrimoniais

Pela análise visual efectuada nos cursos de água estudados, verificou-se que estas linhas de água foram e continuam a ser de extrema importância para a cidade. No passado a população procurava as zonas ribeirinhas para habitar, tendo assim água em abundância, terrenos férteis e temperaturas mais amenas. Como estes locais lhes traziam várias vantagens, tratavam deles como se fosse da sua própria casa limpando os cursos de água. Com o passar dos anos sentiu-se a necessidade de expandir deixando para trás os hábitos até aí usados.

As margens das ribeiras e do rio em questão sofreram desde aí várias intervenções artificializando assim as suas margens. As actividades que se desenvolviam nas margens das linhas de água foram desaparecendo, originando situações de abandono de fábricas, moinhos e outras infraestruturas. A nova industrialização utilizou os cursos de água para despejar as águas contaminadas e lixo, devido a esta falta de civismo os leitos das ribeiras deixaram de ser agradáveis para passarem a colector de esgoto, tendo algumas delas de ser canalizadas como é o caso da Ribeira de Aldoar. Este abandono por parte das populações e esquecimento por parte das autoridades fez com que os leitos não fossem regularizados e cuidados provocando assim a ocorrência de zonas pantanosas, cheias, erosões, sedimentações e deficiente oxigenação do escoamento pondo em perigo várias estruturas existentes nas margens dos cursos de água, sendo eles patrimoniais, históricos e até mesmo modernos. Como exemplo temos:

- A Ponte de Pego Negro (Rio Tinto) (Figura 62);
- Passagem hidráulica imediatamente a jusante do cruzamento do Rio Tinto com a IC29 (Figura 63);
- Pontão do Lagarteiro (Rio Tinto) (Figura 64);
- Ponte de Tirares (Rio Tinto) (Figura 65);
- Ponte de Azevedo (Rio Tinto) (Figura 66);
- Antigos moinhos existentes ao longo do Rio Tinto (Figura 67);
- Pólo Universitário onde a Ribeira da Asprela passa a céu aberto, zona muito susceptível à ocorrência de cheias (Figura 68);
- Derrubamento na zona da Ribeira de Nevogilde e da Asprela (Inquérito à população anexo 3).

É fácil constatar que a linha de água sujeita a maiores riscos patrimoniais é o Rio Tinto, dado ao interesse histórico nele reflectido.



Figura 62: Ponte de Pego Negro



Figura 63: Passagem hidráulica no Rio Tinto



Figura 64: Pontão do Largateiro



Figura 65: Ponte de Tirares



Figura 66: Ponte de Azevedo

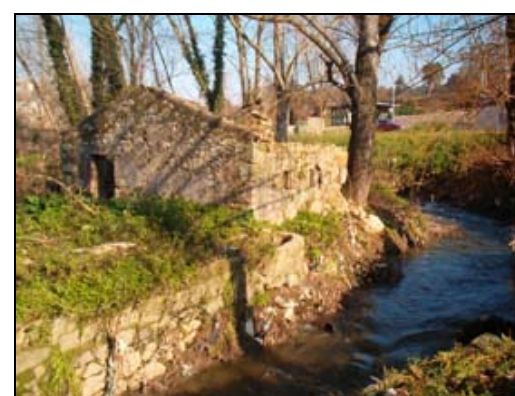


Figura 67: Antigo Moinho

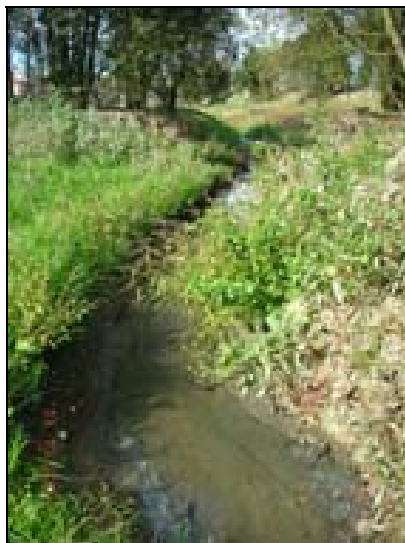


Figura 68: Troço a céu aberto junto ao pólo Universitário na Ribeira da Asprela

5. Contributo para solução

A regulamentação do uso do solo nas áreas com risco de inundação pode passar por um reforço do investimento em zonamentos, regulamentos, restrições e/ou servidões que devem constar nos instrumentos de ordenamento do território, principalmente à escala local, como é o caso dos Planos Directores Municipais. O conhecimento mais pormenorizado destas áreas pelos técnicos e governantes locais é um aspecto fundamental no planeamento urbano, principalmente em áreas onde a pressão urbana é elevada.

Julga-se, por outro lado, que mais do que indicar, se deve inovar ao nível das medidas não estruturais existentes. Entendem-se que devem existir medidas alternativas à proibição ou condicionamento da construção em zonas adjacentes ou susceptíveis de serem inundadas. Com efeito, deve-se estimular e reforçar a existência de medidas que regulamentam o design do edificado e das áreas urbanizáveis ou urbanizadas.

Após a análise das cinco bacias Hidrográficas das Ribeiras de Aldoar, Nevogilde, Ervilheira, Asprela e Rio Tinto podemos ter uma percepção muito clara do estado actual do sistema ribeirinho, dos seus pontos críticos, danos irreversíveis, fragilidades mas, igualmente, das potencialidades que subsistem e que deverão ser induzidas.

O sistema ribeirinho deverá funcionar como uma unidade em termos de contínuo natural, salvaguardando o fluxo dos recursos naturais. Torna-se por isso fundamental uma proposta de recuperação sistemática, que permita revitalizar o ecossistema no seu todo, apesar de existirem partes do ecossistema de recuperação inviável, provocada pela ocupação urbana e pela rede viária implementada.

Existem dois conjuntos de trabalhos que geralmente são levados a cabo para o melhoramento das condições de escoamento das águas, podendo considerar-se diferentes técnicas e objectivos de intervenção:

- Os trabalhos de manutenção, de carácter preventivo, compreendem um conjunto de trabalhos destinados à limpeza do curso de água da vegetação invasora, das árvores caídas, dos resíduos, das obstruções e assoreamentos que impedem o escoamento ou dificultam o acesso ao rio. A manutenção representa um completo indissociável de um processo integrado de recuperação e restauro de cursos de água;
- Os trabalhos extraordinários de carácter correctivo, que consistem num conjunto de alterações efectuadas sobre os troços de cursos de água para melhorar as suas condições de escoamento, como sejam a regularização, rectificação, canalização, etc.

Uma proposta possível para a requalificação das cinco bacias hidrográficas estudadas poderá passar por quatro níveis diferentes:

1. Curso de água entubado de forma irreversível

Neste nível de abordagem o curso de água encontra-se canalizado/entubado sob a ocupação urbana. Como é o caso da Ribeira de Aldoar nos troços em que passa na Rua do Jornal de Noticias, Martim Moniz, Vilarinha, Antunes Guimarães e Avenida do Parque, a Ribeira de Nevogilde encontra-se neste nível no troço que vai desde a Rua Marechal Saldanha até à sua descarga na praia, a Ribeira da Ervilheira esta entubada de forma irreversível desde a Rua do Ribeirinho até à foz no caso da Ribeira da Asprela encontra-se canalizada nas Ruas Dr. Joaquim Pires de Lima, Augusto Lessa, Luís Woodhouse, encontra-se

também na mesma situação junto à Faculdade de Medicina Dentária, na Faculdade de Economia e no Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP).

Como é óbvio, nestas áreas pouco se poderá fazer em termos de recuperação do sistema ribeirinho. De qualquer modo propõe-se a limpeza e requalificação dos aquedutos construídos em granito ou alvenaria de cimento e redimensionamento dos aquedutos para evitar zonas de estrangulamento e se tal facto se verificar deve-se proceder à substituição dos mesmos.

2. Curso de água entubado com possibilidades de recuperação para leito superficial

Estas áreas de circulação de água, correspondem a troços de linhas de água, que foram erradamente entubadas num colector de drenagem perdendo a função de sistema vivificado. Esta situação verifica-se em algumas das ribeiras estudadas, como por exemplo na Ribeira de Aldoar. O troço que passa no parque da cidade está nesta situação e na Ribeira da Asprela Junto à Faculdade de Economia e à Faculdade de Engenharia.

A proposta de intervenção para estes casos prevê quando possível:

- Trabalhos de manutenção:
 - A recuperação do leito da Ribeira para a superfície;
 - Reconfiguração do canal do rio em função das cheias e da sua aparência;
 - Expansão de vegetação ripícola de forma a permitir um aumento do número de espécies animais junto às ribeiras;
 - Requalificação da fauna e da flora existente;

- Manutenção e valorização de áreas florestais existentes;
- Trabalhos extraordinários:
 - Construção de terraços que amenizem as encostas junto às ribeiras;
 - Construção de áreas recreativas;
 - Criação de um corredor verde que ligue áreas urbanas a áreas recreativas;

3. Curso de água canalizado em betão a céu aberto

Para esta situação apenas uma das cinco ribeiras estudadas apresenta um troço nestas condições situado ao longo da envolvente do Instituto Português de Oncologia. Ao contrário das canalizações a céu aberto, executadas em alvenaria de granito, que asseguram porosidade e permeabilidade, favorecendo igualmente o aparecimento de alguma vegetação espontânea, o processo de canalização a céu aberto, por betão torna-se uma solução radical, de efeitos negativos em termos de sustentabilidade ecológica. Por estes motivos torna-se urgente a demolição deste canal em betão e efectuar a requalificação do espaço passando por:

- Trabalhos de manutenção:
 - Demolição do canal em betão e a necessária reconstrução do leito do curso de água;
 - Melhoria visual das margens da ribeira;
 - Reconfiguração do canal da ribeira em função das cheias e da sua aparência;
 - Recuperação do corredor ribeirinho de forma a melhorar o seu valor ecológico visual;

- Implantação de zonas de tampão que protejam a ribeira de futuros desenvolvimentos urbanos;
- Trabalhos extraordinários:
 - Reperfilamento das margens da ribeira de forma a valorizar a fauna e flora e introdução de novas espécies ripícolas;
 - Criação de caminhos pedestres ao longo da ribeira.

4. Curso de água a céu aberto sem canalização

Trata-se de zonas que possuem um nível freático muito elevado, condicionando a ocupação do solo, localizam-se normalmente em vales aluvionares formando várzeas. Todas as ribeiras estudadas possuem troços nestas condições, a Ribeira de Aldoar tem os dois únicos troços a céu aberto com estas características, no caso da Ribeira de Nevogilde vai desde as traseiras das habitações da Rua Marechal Saldanha até à sua nascente, a Ribeira da Ervilheira encontra-se na mesma situação desde a Rua do Ribeirinho até à Rua Dona Maria Borges, relativamente à Ribeira da Asprela temos a zona junto ao Pólo Universitário e no Rio Tinto abrange todo o seu percurso dentro do limite da cidade. Nestes casos o que se propõe efectuar será sempre que possível:

- Trabalhos de manutenção:
 - Protecção e conservação da nascente das ribeiras e do rio;
 - Recuperação do corredor ribeirinho de forma a melhorar o seu valor ecológico e visual;
 - Reconfiguração do canal das ribeiras em função das cheias e da sua aparência;
 - Manutenção e valorização de áreas florestais existentes;

- Intervenção pontuais nas margens das ribeiras em zonas onde o uso agrícola tenha prejudicado o carácter natural das ribeiras;
 - Expansão da vegetação ripícola de forma a permitir um aumento do numero de espécies animais junto às linhas de água;
 - Requalificação urbana de algumas áreas urbanas atravessadas pelos cursos de água, com a introdução de zonas recreativas e de lazer;
 - Implantação de zonas de tampão que protejam o rio de futuros desenvolvimentos urbanos;
 - Requalificação da fauna e flora existentes;
 - Manutenção e expansão das espécies arbóreas existentes;
- Trabalhos extraordinários:
- Valorização do património arquitectónico associado às ribeiras;
 - Criação de caminhos pedestres ao longo do rio;
 - Criação de um corredor verde que ligue áreas urbanas e áreas recreativas;
 - Melhoria no acesso às zonas recreativas;
 - Desenvolvimento de novos espaços públicos associados ao crescimento urbano;
 - Conservação e preservação dos habitats existentes;
 - Desenvolvimento de novos habitats;
 - Criação de zonas de estacionamento.

No planeamento dos trabalhos, quer de manutenção como extraordinários, de intervenção nos leitos e margens, existe um conjunto de medidas com o fim de salvaguardar as condições de

diversidade ecológica existentes. Assim sendo, indicam-se as seguintes recomendações de forma a minimizar os impactes dos trabalhos:

- Escolher a realização dos trabalhos fora da época de reprodução das espécies piscícolas, ou seja, devem ser feitos entre Agosto e Outubro;
- Actuar em troços limitados em função dos objectivos a atingir e do plano global de intervenção;
- Utilizar material adequado circulando fora do leito;
- Trabalhar alternadamente numa margem e noutra;
- Preservar a integração paisagística do curso de água;
- Limitar a intervenção sobre o fundo do leito para manter uma diversidade máxima dos habitats;
- Evitar retirar a vegetação fixadora das margens;
- Evitar o uso de produtos químicos na desmatção;
- Evitar a remoção de árvores para o acesso a máquinas, pois pode causar a eutrofização das águas. Sendo assim, deverão preservar-se as árvores existentes ou plantar outras para ensombrar o leito de forma a controlar o crescimento da vegetação;
- Ter em conta as consequências a montante e especialmente a jusante;
- Escolher as técnicas mais adequadas e as menos danosas para o meio ambiente;
- Sempre que possível deve-se recriar as características morfológicas semelhantes ao leito antes da escavação, especialmente no caso do substrato;
- Não criar um leito excessivamente largo porque pode causar a redução da altura da água para um determinado caudal, e limitar o espaço para a instalação da vegetação;
- Quando o aprofundamento for necessário, evitar a criação de grandes fundos que podem limitar o crescimento da

vegetação e funcionar como retenção de sedimentos ("silt-traps") para jusante;

- Manter certas margens verticais para a nidificação de algumas aves ligadas a estes biótopos;
- Criar zonas específicas para a fauna piscícola e avifauna;
- Estabelecer zonas de acesso ao gado, além de bebedouros.

6. Considerações finais

As intervenções nos sistemas fluviais, quer de carácter estrutural quer não estrutural, deverão ter em conta a multiplicidade e interdependências dos aspectos ambientais que lhes são inerentes, tanto do ponto de vista sócio-económico como biofísico.

Um importante passo seria a integração e metodologias a considerar nos estudos de planeamento, ordenamento e de avaliação de impacto ambiental para projectos e obras de intervenção nos sistemas fluviais.

Apesar dos problemas existentes e apresentados neste trabalho, as linhas de água do Porto especificamente as Ribeiras de Aldoar, Nevogilde, Ervilheira, Asprela e Rio Tinto ainda apresentam potencialidades importantes e são essências para requalificar ambientalmente e urbanisticamente o Concelho, devendo-se portanto intervir o mais rapidamente possível.

Destacam-se as seguintes razões para a sua recuperação:

- São zonas com solos de excelente qualidade;
- Têm enorme potencial para abrigar fauna e flora;
- Podem ser óptimos locais para o lazer, desporto e educação ambiental;
- São elementos únicos para permitir a articulação entre os grandes espaços naturais e o interior das áreas urbanas;
- Possuem geralmente importantes elementos de memória dos locais (quintas antigas, moinhos, aquedutos, etc.);
- Quando recuperados desempenham papel relevante no bem-estar psíquico das populações próximas;
- São elementos decisivos no controle de cheias e na redução de riscos de inundações;

- São elementos fundamentais de valorização da paisagem e do turismo do Concelho.

Para além das medidas tradicionalmente apontadas, torna-se necessário inovar ao nível das medidas não-estruturais. Nesse sentido, apontamos por exemplo a adequação das técnicas e do tipo de construção às características de risco de um determinado local, à semelhança do que se vem fazendo a nível internacional. Por outro lado, consideramos crucial cultivar uma consciencialização da existência de risco na população que habita essas áreas mediante a sua informação e formação, como forma de prevenir e gerir uma situação de crise. Até porque a desinformação e o carácter desprevenido das povoações ribeirinhas em situações de risco contribuem para o agravamento da vulnerabilidade dessa população.

A Empresa Águas do Porto, E.M., na qualidade de actual responsável pelas águas pluviais e ribeiras desde o mês de Fevereiro de 2007 já iniciou alguns trabalhos de recuperação de linhas de água, como é o caso da Ribeira de Cartes um afluente importante do Rio Tinto e que descarregava uma grande quantidade de poluição no Rio, no dia 17/10/2007 foi feita a limpeza da Foz da ribeira como podemos ver na Figura 69 e 70 e no site da Câmara Municipal do Porto www.cm-porto.pt.



Figura 69: Foz da Ribeira de Cartes antes de ser efectuado o trabalho de limpeza



Figura 70: Foz da Ribeira de Cartes no dia em que foi efectuado o trabalho de limpeza

Esta obra de recuperação e o desvio das águas pluviais e ribeiras que descarregavam directamente no mar (Ribeira de Aldoar, Nevogilde e Ervilheira) foram os primeiros passos efectuados pela empresa no sentido de despoluir a frente marítima e as ribeiras do Porto.

Com este trabalho conseguiu-se atingir os objectivos inicialmente propostos que incidiam basicamente, no reconhecimento e levantamento hidrogeotécnico dos cursos de água, nomeadamente a Ribeira de Aldoar, Nevogilde, Ervilheira, Asprela e Rio Tinto, identificação e caracterização dos troços naturais e artificializados dos respectivos cursos de água, verificação do estado actual dos taludes, margens, leito dos cursos de água e propor medidas correctivas para a reabilitação do rio e ribeiras estudadas.

Por falta de meios quer humanos quer materiais não foi possível aprofundar mais o estudo. Contudo em simultâneo com este trabalho foi desenvolvido pela Eng.^a Nívea Vieira, um outro trabalho enquadrado no mesmo mestrado de Minerais e Rochas Industriais, área de Geociências da Universidade de Aveiro e tendo por base também um estágio Profissional na Empresa Águas do Porto, E.M., que vem complementar este trabalho inserindo-se mais na qualidade hidrogeológica das linhas de água estudadas, cujo tema é “Caracterização da Qualidade da Água dos Cursos de Água do Município do Porto”.

7. Referências bibliográficas

- Afonso, M. J. (2003). Hidrogeologia de rochas graníticas da região do Porto (NW de Portugal). *Cadernos Lab. Xeol. Laxe*, A Coruña, 28: 173-192.
- Araújo, M. A. (1991). Evolução geomorfológica da plataforma litoral da região do Porto. Departamento de Geografia, Faculdade de Letras da Universidade do Porto. 534 pp. + Vol. Anexos [87 pp.] (Tese de doutoramento).
- Araújo, M. A., Gomes, A. A., Chaminé, H. I., Fonseca P. E., Gama Pereira, L. C. & Pinto de Jesus, A. (2003). Geomorfologia e geologia regional do sector de Porto-Espinho (W de Portugal): implicações morfoestruturais na cobertura sedimentar cenozóica.
- Begonha, A. J. S. (2001). Meteorização do granito e deterioração da pedra em monumentos e edifícios da cidade do Porto. *Colecção monografias FEUP Edições*, Porto, 2: 1-445. (Tese de doutoramento).
- Blaikie, P.; Cannono, T.; Davis, I.; Wisner, B. (1994). Natural Hazards, People`s Vulnerability and Disater.
- Burby, R.J. (2000). Land-use Planning for Flood Hazard Reduction: the United States Experience.
- Carrington da Costa, J. & Teixeira, C. (1957). Carta Geológica de Portugal na escala de 1/50000. Notícia explicativa da Folha 9-C (Porto). Serv. Geol. Portg., Lisboa. 38 pp.
- Carrington da Costa, J. (1938). O Pôrto, Geografia-Geologia. In. Nova Monografia do Porto, Porto. pp. 3-32.
- Carrington da Costa, J. (1958). A geologia da região portuense e os seus problemas. Boletim Academia Ciências Lisboa, 30: 36-58.
- Carta Municipal de Vulnerabilidade Ambiental do Porto – CMVAP 2006
- Carvalho, G.S., (1992). Depósitos Quaternários e Cenozóico Indiferenciado. Carta Geológica de Portugal, escala 1:200.000.
- COBA – Consultores de Engenharia e Ambiente, SA 2003. Notícia explicativa da Carta Geotécnica do Porto. 2ª edição, COBA/FCUP/CMP; Câmara Municipal do Porto, 230 pp.

- Reis, Paula Alexandra da Silva Carmo (2002). **Situação Actual dos Rios e Ribeiros do Concelho do Porto**, Tese de Mestrado, Universidade do Minho.
- Fernandes, H. (2005). **Caracterização geológica, geotécnica e geomecânica do subsolo granítico da cidade do Porto (Manancial de Paranhos): implicações na gestão do geo-espço urbano**. Relatório de final de curso. ISEP, Porto (em preparação).
- Galhano F. (1978). **Moinhos e Azenhas de Portugal**. Associação Portuguesa dos Amigos dos Moinhos, SEC, Lisboa.
- GEO Works (2004). **Ribeira da Granja / Ribeira de Paranhos**.
- Instituto Nacional de Estatística INE (2000). **Anuário Estatístico da Região Norte**.
- Lencastre, A.; Franco, F.M., (1992). **Lições de Hidrogeologia**. Universidade Nova de Lisboa. Faculdade de Ciências e Tecnologia.
- Marques, Hélder, Fernandes J. A., Martins L. P. 1990. **Porto – Percursos nos Espaços e Memórias**. Edições Afrontamento.
- Munich-Re (2005). **Topics Geo, Annual Review: Natural Catastrophes 2004**.
- Quintela, A.C.; Cardoso, J.L.; Mascarenhas, J.M. (1986). **Aproveitamentos Hidráulicos Romanos a Sul do Tejo**. DGRAH, SEARN, MPAT, Lisboa.
- Reis, Paula Alexandra da Silva Carmo (2002). **Situação Actual dos Rios e Ribeiros**
- Rosas da Silva, D. (1936). **Granitos do Pôrto**, Pôrto. 63 pp. (Tese para as Provas de Agregação à Universidade do Porto).
- Saraiva, M.G. (1993). **Conservação dos Sistemas Fluviais e Impactos Ambientais das Obras de Regularização**.
- Saraiva, M.G. **Soluções Não-estruturais e Requalificação Ambiental de Sistemas Fluviais**.
- Strahler, A. N. (1979). **Geografía física. 4ª edición. Ediciones Omega, Barcelona, 767 pp.**
- Vieira, N. (2005). **Hidrogeologia, hidroquímica e hidrogeotecnia do manancial Paranhos: um caso de estudo dos subterrâneos da cidade do Porto**. Projecto de final de curso. ISEP, Porto. (em preparação).

Anexos

Neste item apresentamos os anexos em suporte informático (CD)